

الطاقات والحياة

تمهيد

في عام ١٧٧٥ اتخذت الاكاديمية الفرنسية للعلوم قرارا خطيرا بعدم مساندة أو تدعيم البحوث والخطط التي كانت تدور حول فكرة الحركة الدائمة أو الحركة الأبدية أو تدعيم المشروعات التي كانت تحاول اخراج هذه الفكرة الى حيز الوجود . . وبمقتضى هذا القرار أغلقت الاكاديمية أبوابها - على ما يقول اوتو فريش Otto Freach في كتابه Atomic Physics Today في وجه الكثيرين من الباحثين والمخترعين الطموحين الذين كانوا يحاولون بناء أجهزة وآلات يمكن ان تعمل بغير توقف وانقطاع ، مستخدمين في ذلك كثيرا من الأدوات والآلات والروافع والمجلات والطواحين المائية والهوائية وما اليها . ولقد مرت تجارب هؤلاء المخترعين والعلماء بكثير من الصعوبات وقامت في وجهها كثير من العوائق ، وتعرضوا هم انفسهم لكثير من المشبطات التي كانت خليقة بأن تدفع الى اليأس ، خاصة وان الكثير من الآلات والاجهزة التي توصلوا الى اختراعها بمد طول عناء لم تعمل على الاطلاق ، فضلا عن أن تعمل بغير توقف وفي حركة أبدية دائبة . ومع ذلك فقد كان لهذه التجارب المريعة الصعبة نتيجة يحسن التمهل امامها والتأمل فيها ، وهي ان هؤلاء العلماء تحققوا من أن العمل - أي عمل - لا يمكن أن ينتج من

لا شيء ، وان كل ما يمكن للانسان ان يفعله عن طريق الجهود المضنية المستمرة هو ان يحول العمل او (الشغل) من صورة الى أخرى ، وان الافكار الرئيسية انما تتبلور وتتجسد ببطء شديد وبعد صراع عنيف طويل . فالآلة البخارية مثلا ظلت تستخدم قرنا كاملا تقريبا قبل ان يصل الناس ويدركوا ان كل ما تفعله هو انها تحول الحرارة الى (شغل) . بل ان الامر احتاج الى فترة اطول من هذا بكثير لكي يدرك الناس ايضا ويفهموا كنه الشيء الذي يتحول الى حرارة حين يحترق الخشب او الفحم . وكان لا بد من ان نعطي هذا الشيء المبهم الغامض غير الملموس ، والذي يمكنه ان يتحول من صورة الى أخرى الى ان يصبح (شغلا) اسما معنا ، فاطلق عليه كلمة (طاقة) او Energy ، وهى تسمية أدخلها لأول مرة **توماس يونج** Thomas Young حوالى عام ١٨٣٠ . لكي يستخدمها فى اغراض محددة بالذات ، ولكن الاسم لم يلبث ان شاع استعماله وانتشر وانتقل الى الاحاديث اليومية ، وأصبحت كلمة (الطاقة) الآن من أكثر الكلمات تداولاً خاصة فى الظروف الراهنة التى يمر بها المجتمع الدولى .

وليس من السهل تعريف الطاقة وان كان يمكن وصفها بشكل عام بانها (القدرة على أداء الشغل) ، ولو ان كلمة (شغل) لا تعنى شيئاً واحداً بالنسبة للرجل فى الحياة اليومية وبالنسبة لعالم الفيزياء . فليست الطاقة شيئاً يمكن ادراكه دائماً بالحواس ، كما انها قد تظهر فى اشكال كثيرة متنوعة مثل طاقة الحركة ، او ما يعرف باسم Kinetic Energy او فى شكل حرارة أو ضوء ، او قد تظهر فى سريان التيار الكهربائى او فى شكل الطاقة النووية وما الى ذلك . بل ان سقوط التفاحة الشهيرة التى ادت بنيتون الى اكتشاف قانون الجاذبية يعرئ الى انطلاق ما يسمى بالطاقة الكامنة فى التفاحة على ما يقول **ميتشل ويلسون** Mitchell Wilson فى كتابه الصغير عن « **الطاقة Energy** » (صفحة ٦) . وقد يمكن تقريب فكرة الطاقة الكامنة التى يتحدث عنها الكثيرون بالساعة التى يملأها المرء بالطريقة التقليدية . فحين يقوم المرء بهذا العمل فانه يؤدي (شغلا) ، وهنا يقال ان زنبرك الساعة اكتسب (طاقة كامنة) سوف يفقدها او يبذلها ثانية بالتدرج خلال الفترة التى تستمر فيها الساعة تعمل او (تدور) . فكأن استخدام كلمة طاقة انما كان وسيلة مناسبة ليستطيع بها العلماء ان يصفوا قدرة أى شىء على أداء (الشغل) . والكلمة الانجليزية Energy تعنى النشاط ، وهى مأخوذة اصلاً من الكلمة اليونانية Energos التى تعنى (نشيط) وهى مكونة من مقطعين هما en ومعناها (فى) ثم ارجون ergon ومعناها (شغل) مما يعنى فى آخر الامر ان الشىء ذا الطاقة يمكن ان يؤخذ على انه شىء « يحتوى شغلا داخله » (انظر كتاب **آسيمون عن الحياة والطاقة** ، الترجمة العربية ، صفحة ٦) .

وليس من شك فى ان استعراض تاريخ الانسان منذ اقدم عصوره حتى الآن خليق بأن يكشف لنا عن أن الطاقة كانت دائماً بمثابة المفتاح الاساسى لأعظم وأسمى اهداف الانسان واحلامه بتحقيق عالم مثالى ، او على الاقل عالم أفضل وأجمل وأكثر سعادة من الواقع الذى يعيش فيه . ومن هنا كان بعض العلماء يحاولون دراسة تطور التاريخ البشرى ونقد المجتمع بالاشارة الى نجاح الانسان فى التحكم فى الطاقة وتسخيرها لصالحه . والرأى السائد لدى هؤلاء العلماء ان سكان الكهوف من البشر بدأوا سيرهم على طريق الحضارة حين بدأ الانسان المبكر يستخدم الطاقة الكامنة فى النار للتدفئة والاستضاءة ، والطاقة الكامنة فى جسمه فى الحصول على الطعام وتوفير

القوت ، مستعينا في ذلك بالآلات والادوات البسيطة البدائية التي استطاع ان يصنعها مثل عصا الحفر او بعض الادوات الحجرية او القوس والسهم وما الى ذلك . وخلال القرون الطويلة التي عاشها الانسان بعد ذلك ظل بحثه عن سعادته ورفاهيته المادية مرتبطا ارتباطا وثيقا بالتحكم في مختلف اشكال مصادر الطاقة : الفحم والبترو والكهرباء . وتمكن في الازمنة الحديثة من ان يصل الى وسائل فعالة ومعقدة للحصول على الطاقة وتسخيرها في مختلف الاغراض ، بل ان محاولته الوصول الى القمر ذاتها انما تحققت عن طريق التحكم في الطاقة الكيميائية من أجل الصواريخ . وكل الدلائل تشير الى انه سوف يعتمد في المستقبل في محاولاته اكتشاف الكواكب على التحكم في الطاقة الكامنة في نواة الذرة . ومقال « الطاقة والحضارة » في هذا العدد يحاول ان يعرض لبعض الآراء ووجهات النظر الذي يؤمن بها بعض علماء الاجتماع والانتروبولوجيا، بل وايضا علماء الفيزياء الذين يهتمون بالجانب الانساني في قصته السيطرة على الطاقة . وهي كلها آراء تسترشد بالمبدأ القائل ان « تاريخ الانسان هو تاريخ تطور اشكال وصور استخدامه للطاقة اكثر منه ما هو قصة شهوات الدول والغزاة » على مايقول آسيمون .

والواقع ان انشغال الانسان بأمر الطاقة كان- سواء شعوريا او لا شعوريا - من أهم مطالبه منذ القدم . فقد كان يعمل دائما للحصول عليها وتسخيرها والتحكم فيها ، ويسخر لذلك كل كفاءاته ومهاراته ، كي يستمر المجتمع في الوجود. فقصة الانسان هي بشكل ما قصة الصراع مع البيئة . ومع ان الانسان البدائي ، وكذلك معظم الحيوانات يمكنها تغيير سلوكها لتلائم مع التحديدات البيئية المتغيرة فان تكريس قوى الانسان وقدراته لتغيير البيئة هو امر من خصائص الانسان وحده ، وخاصة ينفرد بها عن غيره من الكائنات . ويكاد الرأي يسود بين العلماء على انه حين تعلم الانسان (البدائي) طريقة اشعال النار واستخدامها للتدفئة ، ثم الطهي فانه كان قد خطا في حقيقة الامر خطوة جبارة نحو استخدام مصادر الطاقة . ذلك ان استخدام الطاقة كان مفتاحا لتوفير الطعام والراحة البدنية وتحسين اسلوب الحياة الى ابعد من مجرد متطلبات العيش والوجود . وليس ثمة شك في ان استخدام الطاقة والافادة منها يتوقف على عاملين اساسيين هما : توفر المصادر والمهارة التكنولوجية لتحويل هذه المصادر الى حرارة وعمل مفيد . وليس من شك ايضا في ان مصادر الطاقة كانت متوفرة دائما ، ولكن اختراع الطرائق لتحويل الطاقة الى عمل مفيد عملية حديثة نسبيا وتدرجية، وسوف تظل حاجة الانسان تتزايد الى الطاقة ، بحيث ان دراسة هذه الحاجة في تزايدها وفي طريقة اشباعها تؤلف فصلا رائعا في تاريخ تقدم الجنس البشري .

وقد يمكن لنا ان نأخذ فكرة عن مدى احتياج الانسان للطاقة ومدى تزايد هذه الحاجة في المستقبل اذا نحن عرفنا انه حتى عام ٢٠٠٠ ، اي بعد اقل من حوالي ربع قرن فقط من الآن سوف تستهلك امريكا من الطاقة اكثر مما استهلكته في كل تاريخها ، وان ذلك الاستهلاك سوف يتضاعف في امريكا سنويا بينما سوف تزداد حاجة العالم ككل ثلاثة اضعاف ما هي عليه الآن . واعتبارا من عام ٢٠٠٠ ينتظر أن يكون ما تحتاج اليه امريكا من الطاقة سنويا هو ضعف ما هو عليه الآن . والمعروف ان الولايات المتحدة تستخدم ٣٥ ٪ من الطاقة العالمية على الرغم من ان عدد سكانها هو ٦ ٪ فقط من العالم . والمحتمل ان يصبح نصيبها من الطاقة في تلك السنة حوالي ٢٥ ٪ فقط نتيجة

لزيادة النسبة في سكان العالم ، وازدياد اقبال الدول النامية على التصنيع واستهلاك مزيد من الطاقة . ويبلغ معدل زيادة الطاقة فيها بالنسبة للفرد الواحد حوالي ١٪ سنويا في حين ان المتوسط العالمى يزداد - طبقا لادنى المستويات - بنسبة ١.٣٪ سنويا نظرا لأن بقية دول العالم بدأت من مستويات ادنى واكثر انخفاضا ، وعلى ذلك فانه نظرا للنمو السكانى الهائل فى العالم فان زياده الطاقة فى العالم سوف ترتفع فى الاغلب الى ثلاثة أمثالها وليس الى الضعف فقط عام ٢٠٠٠ . وعلى الرغم من هذا كله فان الهوة التى تفصل بين الولايات المتحدة الأمريكية والبلاد النامية فيما يتعلق باستهلاك الطاقة سوف تظل واسعة وربما يحتاج الامر الى قرن كامل قبل ان يصل متوسط العالم الى المستوى الأمريكى الحالى ، كما سوف يحتاج الامر الى ثلاثمائة سنة على الأقل لكى يتساوى العالم مع أمريكا لو سار العالم على نفس معدلات الزيادة والنمو . بينما سوف يرتفع متوسط استهلاك الفرد فى العالم من الطاقة عام ٢٠٠٠ من مستواه الحالى وهو ١.٣ المتوسط فى أمريكا الآن الى حوالى ٣.٣ ذلك المتوسط .

وإذا كنا نشير هنا الى أمريكا ونتخذها مثلا لمعرفة الوضع بالنسبة للطاقة واستخدامها واستهلاكها فان ذلك يرجع فى المحل الأول الى ان أكبر زيادة فى استهلاك الطاقة هو فى البلاد المتقدمة ، وأمريكا أفضل مثل لها . ذلك ان الاستهلاك السنوى لكل صور الطاقة واشكالها فى أمريكا زاد ١٧ ضعفا خلال القرن الاخير ، بينما كانت زيادة السكان اكر قليلا من خمس مرات فقط خلال تلك الفترة ذاتها ، كما ان الاستخدام بالنسبة للفرد تضاعف أكثر قليلا من مرتين ، وخلال ذلك كانت أمريكا تتحول باستمرار بالنسبة لمصادر الوقود . مثال ذلك ان خشب الوقود كان هو المصدر الاساسى للطاقة عام ١٨٥٠ فأصبح الفحم يشكل ٧٥٪ من مجموع استهلاك الطاقة عام ١٩١٠ ، وانكمش مجمل استهلاك الخشب الى ١٠٪ . وفى السنوات الخمسين بين عام ١٩١٠ و ١٩٦٠ تخلى الفحم عن مكانته الرئيسية للغاز الطبيعى والبتروى . ثم بدأ التفكير يظهر جديا نحو استخدام القوة النووية كمصدر اساسى للطاقة .

ومع ذلك كله فالواضح ان أزمة الطاقة تتفاقم بشكل لا يخلو من خطورة . ذلك ان الحاجة الى الطاقة تزداد بمعدل ٥٪ سنويا ، بينما تتضاءل المصادر التقليدية للطاقة بسرعة ، أو على الأقل المصادر المعروفة . وهذا يشكل نتائج خطيرة ليس فقط بالنسبة للدول المتقدمة صناعيا، بل وأيضا بالنسبة للدول النامية والمتخلفة . ويزيد من حدة وخطورة الوضع ان سكان العالم يزدادون بمعدلات كبيرة . والمنتظر ان يتضاعف سكان العالم عام ٢٠٠٠ ، وهى زيادة تتطلب توفير مزيد من الطاقة بحيث يذهب البعض الى انه اذا اريد المحافظة على مستوى المعيشة الحالى ، دون ان نحاول الارتفاع به فى المستقبل فان ذلك سوف يتطلب توفير ثلاثة أمثال المعدل الحالى لانتاج الطاقة . ويبدو ان ذلك ليس بالامر السهل او الهين اذا نحن أخذنا فى الاعتبار مصادر الطاقة التقليدية وحدها . بل الاكثر من ذلك ان بعض العلماء يتوقعون ان تنضب موارد البترول فى العالم حوالى عام ٢١٠٠ ، وان تنضب موارد الفحم حوالى عام ٢٥٠٠ . والمنتظر ان يبلغ انتاج البترول فى العالم ذروته بين عامى ١٩٨٥ ، ٢٠٠٠ اذ سيصبح المعدل السنوى لاستهلاك الطاقة ثلاثة أمثاله فى الوقت الحالى ، ولكننا سنجد حينئذ ان نصف الاحتياطى الاجمالى للبترول فى العالم

أو حتى أكثر من الصنف قد تم استهلاكه . ويكاد يكون من المؤكد ان الغاز والبترول لن يصبحا مصدرا كبيرا للطاقة قبل منتصف القرن الحادى والعشرين بكثير (راجع فى ذلك مجلة رسالة اليونسكو ، العدد ١٥٢ ، فبراير ١٩٧٤ ، صفحة ٨) وهذا موقف يثير كثيرا من التساؤل والقلق والتشاؤم ، ولكن الموقف بالنسبة للفحم سيكون افضل بكثير من حيث الوفرة بتقديران الاحتياطى ومقداره . ومع ذلك فاذا لم يتم الحد من الزيادة الحالية فى معدل انتاج الفحم فى المستقبل القريب فالمحتمل ان تنضب كميته قبل الموعد المحدد الذى ذكرناه من قبل .

ويزيد من اظلام هذه الصورة التأثير السىء على البيئة الذى تشركه مصادر الوقود . فاستخدام الفحم كمادة للوقود وتوليد الطاقة يترك كثيرا من الآثار الضارة التى تتمثل فى تلوث البيئة بسبب ما ينبعث منه الكبريت وغيره من المنتجات ، وان كان هذا لا يمنع من أن يلجأ الانسان الى الفحم فى حالة عدم وجود البدائل الاخرى غير المستخرجة من الارض .

ولكن هذا كله لا يعنى أننا وصلنا الى حد الكارثة . فمن ناحية ، ليس هناك تفديرات صحيحة عن احتياطى الوقود المستخرج من باطن الارض ، كما اننا لا ندرى شيئا عن الوقت الذى سوف يستغرقه الانسان لاستهلاك مخزون العالم من الوقود الطبيعى ، أو مدى توافر واستخدام البدائل الطبيعية للطاقة ، ونعنى بذلك طاقة الشمس وطاقة الرياح وطاقة الحرارة الارضية وطاقة المد . وتمه كثير من التكهانات حول هذه الموضوعات وما يشابهها ، لدرجة ان هناك من يعتقد ان سكان البلاد الصناعية ، وهم اكثر الشعوب اسهلاكا للطاقة ، قد يغيرون من أسلوب حياتهم بحيث يقللون من استخدام الطاقة فى المستقبل ، على الاقل الى ان تتاح لسكان البلاد النامية الفرصة لاشباع احتياجاتهم المتزايدة من الطاقة ، مما سوف يؤدى فى آخر الأمر الى تضيق الهوة بين هذه البلاد والبلاد الصناعية المتقدمة ، ويقتررب مستوى المعيشة فى هاتين الفئتين من المجتمعين ولو بعض الشيء . ومع ان معظم الحديث الذى يدور عن مشكلة أزمة الطاقة فى الوقت الحالى يعطى اهمية بالغة لمشكلة توليد الكهرباء فليست هذه فى حقيقة الامر المشكلة الوحيدة الملحة فى الموضوع . فمن كل الاحتياجات التى سوف يحتاج اليها الانسان عام ٢٠٠٠ مثلا سوف تشغل الاستخدامات غير الكهربائية حوالى الثلثين فى مجالات النقل والعمليات الصناعية والتدفئة وما الى ذلك ، وسيكون اكبر مجالات استخدام الطاقة حينذاك هو الصناعة الكبرى على ما يرى كثير من الباحثين والمهتمين فى هذا الموضوع . ولذا كان أحد الاسئلة المهمة التى لحن على هؤلاء الباحثين وعلى المشتغلين بمشكلات التخطيط فى الوقت الحاضر هو : كيف يمكن استخدام وتخطيط المصادر المتاحة الآن من أجل صالح الاجيال التالية ؟ ان العمل على تطوير وتنمية مصادر الطاقة المحتملة هو استثمار للمستقبل وليس وسيلة لحل أو معالجة مشكلات اليوم ، كما ان من الواضح ان نوعية الحياة التى يحيهاها الناس فى العالم تتوقف على مدى توفر مقادير كبيرة من الطاقة الآن بسعر زهيد وفى صورة مفيدة . وعلى ذلك فلا بد لنا من ان نعمل على تطوير وتنمية المصادر المتاحة فى الوقت الحالى بشكل منظم ، وبالاساليب التكنولوجية المتوفرة الآن ايضا ، ونعنى بذلك وحدات القوى التى تعتمد على الوقود الحفري والانشطار النووى . ومقال الدكتور عبد المحسن صالح يقدم لنا الى جانب النواحي الطريفية الكثيرة التى يعرضها لنا ميزانية تقريبية عن الطاقة فى العالم ومصادر تلك الطاقة ، وهو فى هذه الناحية

بالذات يعرض لبعض المقومات التي يتفق فيها مع الاستاذ الدكتور عبد السميع الذى يعطينا صورة واضحة عن محاولات استغلال الطاقة الشمسية التي يرى الكثيرون انها ستكون المفتاح الاساسى لحل الكثير من مشكلات الطاقة في المستقبل .

ومع ذلك فالموقف الحالى لن يتغير تغيرا جوهريا الا اذا ادخلنا في الاعتبار الطاقة المتاحة من القوى النووية ، التي يبدو انها تخفى امكانيات هائلة للطاقة بالنسبة للانسان ، وان كان لا بد من ان نأخذ في الاعتبار ايضا الناحية السيئة الضارة لذلك الاستخدام والذي يتمثل من ناحية في استخدام تلك الطاقة في الحروب ومن ناحية اخرى ما يخلفه ذلك الاستخدام من آثار ضارة وتلوث في البيئة . ثم ان هناك امكانية توليد الطاقة من المصادر الشمسية التي اشرنا اليها في الفقرة السابقة والتي يعطيها الدكتور عبد السميع مصطفى الجانب الاكبر من اهتمامه في الدراسة التي نشرها له في هذا العدد . والظاهر ان هناك اتجاها قويا الآن نحو استغلال ذلك المصدر الطبيعي الهام للطاقة . « والسبب في ذلك انه لا حاجة بنا الى تقديم علمى مثير لكى نستخدم الطاقة الشمسية على نطاق كبير او صغير (بعكس الحال في استخدام الطاقة الذرية) . ولكن الذى نحتاج اليه هو التقدم الفني واتباع السياسات الاستثمارية التي تؤدي الى خفض النفقات . ومن ذلك يتضح ان العوامل التي تقرر متى يصبح ضوء الشمس مصدرا كبيرا للوفاء باحتياجات الانسان من الطاقة هي - الى حد كبير - عوامل اقتصادية وسياسية واجتماعية» (رسالة اليونسكو ، نفس المرجع) .

وعلى العموم ، فان الانسان في بحثه عن مصادر الطاقة يجب ان يأخذ في الاعتبار تلك المصادر الدائمة ، او على الاصح المصادر التي تأتي الينا باستمرار . وثمة ثلاثة مصادر من هذا النوع وهى : الاشعاع الشمسى والطاقة المتولدة من حرارة الارض ثم طاقة المد المستمدة من الطاقة الكامنة الناشئة عن حركة جاذبية الارض والقمر والشمس . ومع الجهود المبذولة لمحاولة اخضاع وتسخير هذه الطاقة فان تحديد مقدار ما يمكن الاستفادة به منها كحرارة نافعة وتحويله الى (شغل) في ضوء الازدحام الاقتصادية والبيئية والتكنولوجية السائدة ، لا يزال حتى الآن موضع نظر ودراسة . وهنا لا بد لنا من ان نتوقف امام المعلومات الدقيقة والطريقة التي يزودنا بها كل من الدكتور عبد المحسن صالح والدكتور عبد السميع مصطفى ، والتي تحتاج منا الى ايمان النظر في المستقبل ، اعنى مستقبل الانسان والمجتمع والطاقة على السواء ، وبخاصة فيما يتعلق بالجهود المبذولة في السنوات الاخيرة بوجه خاص لاستخدام طاقة الشمس . ومع ان هذا يتطلب الآن نفقات باهظة لتجميع اشعة الشمس مما يمنع في الوقت الحالى من استخدامها على نطاق واسع ، فليس بعيد ان يتمكن الانسان من اكتشاف اساليب ووسائل يستطيع بها تجميع اشعة الشمس وتحويلها بنفقات مماثلة لنفقات الوقود التقليدى ان لم يكن اقل . والواقع ان « الطاقة الشمسية تنافس الوقود والكهرباء في بعض بلاد العالم عندما تستخدم بصورة مباشرة كحرارة في بعض الاستعمالات كسخين الماء وتدفئة المنازل ونقشير الماء . ولا شك في ان المزيد من التطورات التكنولوجية والانتاج الكبير سوف يقللان من نفقات استخدام الطاقة الشمسية ، كما لا شك في انه سيحدث ارتفاع حاد في اسعار الوقود التقليدى (المرجع السابق ذكره) . وقد يكون في استخدام

الطاقة الشمسية أمل زاهر بالنسبة للشعوب والبلاد المتخلفة التي لا تتوفر فيها وقود مستخرج من الارض أو قوى نووية ، وبذلك يتوفر لهذه الشعوب ما حرمت منه طيلة تلك الفترة الطويلة من حياتها . وقد يكون في ذلك الخلاص من الآلام والفقر والتخلف التي رسفت تحتها هذه الشعوب والامم . وإذا كانت أزمة الطاقة هي أزمة الوجود وأزمة المستقبل ، فقد يكون في إيجاد حل لها وفي استخدام مصادر الطاقة التي لم يتم استخدامها حتى الآن حلا لكل هذه الازمات وبداية للنمو والتطور والتقدم . وسوف يزيد من هذا الدخل أن الطاقة الشمسية لا تؤدي بطبيعتها الى تلويث البيئة ، وهذا امر لا تتمتع به الطاقة النووية التي لا يتوقف شرها على مجرد تلوث الهواء بسبب المواد المتخلفة ، كما هو الحال في احراق الوقود المستخرج من الارض ، وانما يتعدى ذلك الى مشكلة الاضرار الناجمة عن منتجات الانشطارات المشعة والحوادث التي تنشأ عن تشغيل المفاعلات .

ومع التسليم بأهمية المشكلات ، والآثار السيئة الضارة المترتبة عن زيادة الاقبال على استخدام الطاقة فإنه يجب التمييز دائما بين الاضرار التي يتوقع حدوثها على المدى القصير والتي تتركز في منطقة جغرافية محدودة من ناحية ، والاضرار التي لن يظهر أثرها واضحا الا بعد فترات طويلة من الزمن والتي قد تشمل العالم ككل ، وهي - حتى الآن على الاقل - قليلة نسبيا وليس لها آثار ملموسة في الوقت الراهن . صحيح ان تولد نانى أكسيد الكربون نتيجة للاحتراق قد زاد في الجو من حوالى ٢٩٠ جزء في المليون الى ٣٢٠ جزء في المليون خلال القرن الاخير ، وقد يصل الى ٣٧٥ أو ٤٠٠ جزء في المليون عام ٢٠٠٠ ، الا ان نسبة لا بأس بها من هذا الغاز تمتصها المحيطات وتتحول الى مواد معدنية ، أو تتمثلها النباتات وتستخدمها في عملية نموها وبذلك تبطل من مفعولها السيئ . وهذا لا يعنى انكار حقيقة بلوث البيئة أو حتى محاولة التقليل من شأنها والتهوين من أمرها نتيجة لازدياد استخدام الطاقة والاحتراف . ومشكلة تلوث البيئة تعتبر في الوقت الراهن من أهم المشكلات التي تمثل تحديا خطيرا يواجه الانسان في العصر الحديث ، وقد شهدت السنوات الاخيرة اهتماما بالغا من المنظمات الدولية والاقليمية والبيئات العلمية وعلماء البيئة والاجتماع والسكان والعلوم الطبيعية المهتمين بالجانب الانساني في تلك العلوم ، ونظمت الكثير من المؤتمرات ، ورصدت مبالغ طائلة لدراسة مشكلة تلوث البيئة ، مما يدل على مدى خطورة الموضوع وما يستحقه من عناية ليس فقط من الدول المتقدمة صناعيا والتي تعاني أجواؤها ومياهها كثيرا من الاختناق نتيجة لازدياد نانى أكسيد الكربون والنفايات المتبقية من عمليات الاحتراق ، بل ان الامر يستحق عناية الدول النامية أو الناهضة ايضا على الاقل حتى تستطيع ان تعد للامر عدته من الآن في نهضتها المقبلة واقبالها على التصنيع واستخدام مزيد من الطاقة .

بل انه يمكن القول ان المجتمعات النامية يقع عليها من العبء فيما يتعلق بموضوع الطاقة والمشكلات الاجتماعية المترتبة عليها أكثر مما يقع على عاتق المجتمعات المتقدمة ، أو الأكثر تقدما . فالعالم المتقدم والدول الصناعية لها قدرات وامكانيات مادية ضخمة تمكنها من اجراء البحوث

في مجال تلوث البيئة من ناحية ، والسيطرة على الزيادة السكانية بها ، من ناحية اخرى ، في معدلات الزيادة وتحسين مستوى الحياة والمعيشة، وهى أمور لا تتوفر للمجتمعات النامية . والأغلب ان استهلاك الطاقة بالنسبة للفرد خلال القرن المقبل سوف يصل الى حد الاستقرار والتوازن في الدول المتقدمة الصناعية ، وذلك على عكس الحال بالنسبة للدول المتخلفة التى يسكنها معظم سكان العالم . فالوضع في تلك المناطق يختلف كل الاختلاف عما هو سائد في العالم المتقدم ، اذ لا تزال الشعوب المتخلفة والنامية تجاهد لتحقيق ادى مستوى للعيش ، وليست لديهم في الوقت الراهن على الاقل المصادر الضرورية للقوة اللازمة للتحويل الى مجتمعات صناعية أو حضرية أو حتى زراعية متقدمة . فمثل هذا التحويل يحتاج الى الطاقة . وهنا نجد سؤالا يتردد في كثير من الكتابات الاجتماعية وهو : هل يحق للدول المتقدمة ان تتيح للمناطق المتخلفة ما تحتاج اليها من طاقة لتحقيق تطورها الاقتصادى والاجتماعى المنشود ، والارتفاع بمستوى شعوبها وتقليل الفجوة القائمة الان بين الشعوب المتقدمة والشعوب الاقل تقدما ؟ ليس من الاجدى الحد من استهلاك الطاقة والوقود لتقليل الآثار السيئة المترتبة على ذلك الاستهلاك ، وبجنيب الشعوب التى لم تصل بعد الى مرحلة الصناعة المتقدمة شرور التصنيع الاجتماعية ، وشر تلوث البيئة وشرور المدينة الحديثة على العموم ؟ وهذا قول ظاهره الرحمة وباطنه فيه العذاب ، وهو يعكس نظرة قديمة نجدها سائدة في كتابات الكثيرين من العلماء التطوريين في القرن التاسع عشر الذين كانوا ينكرون على الشعوب غير الاوروبية القدرة على التقدم وراء حدود معينة مرسومة ، بل اننا نجد ما يماثلها في كتابات بعض الانثربولوجيين في بداية هذا القرن ممن كانوا يرون ضرورة المحافظة والابقاء على الاوضاع الاجتماعية التقليدية السائدة عند الشعوب (البدائية) التى تعيش في حالة من السعادة والامن والطمأنينة لا تتوفر - في رأى هؤلاء العلماء - للرجل الاوروبى المتمدين في المجتمع الحديث . ومهما يكن من قيمة هذه الآراء ووجهاتها ونوع الدوافع التى توجهها ، فان محاولة فرض قيود على الدول النامية والمجتمعات المتخلفة فيما يتعلق باستخدام الطاقة ووضع حد لاستخدام الطاقة هناك يشبه - على ما يقول تشونسى سستار Chauncey Starr في مقال قيم له عن « الطاقة والقدرة Energy and Power » - محاولة الحد من موارد الماء أو انتاج الطعام أو النسل بأساليب تعسفية ، وهو امر من شأنه أن يؤدى الى الابقاء على المناطق والدول النامية في حالة التخلف والجمود التى تعيش فيها . وكما يرى ستار أيضا فان الانسان له قدرات خلاقة على تخطيط استخدام الطاقة وتنميتها بطريقة معقولة تتلاءم مع احتياجاته ، وتحقق له التقدم والرفاهية والنمو ، وان كان هذا يتطلب ضرورة الدراسة المتعمقة لعدد من المشكلات المتعلقة بمصادر الطاقة التى يجب استخدامها ، واين يجب توليد القوى ، واى المجتمعات يجب أن تتحمل أكثر من غيرها تأثير تلوث البيئة والهواء نتيجة لذلك ، خاصة وان مصادر الوقود يمكن نقلها عبر القارات بأسعار زهيدة نسبيا وهكذا .

(راجع في ذلك مقال تشونسى في مجلة Scientific American)



ولكن أين نقف نحن من هذا كله ؟

ولا شك ان ما يصدق على المجتمعات النامية او الناهضة التي تعرف عموما باسم المجتمعات المتخلفة ، يصدق على المجتمعات العربية وعلى المنطقة التي نعيش فيها بأسرها ، وذلك اذا نحن أخذنا بعين الاعتبار الجهود التي تبذل الآن للاتجاه نحو التصنيع وما يرتبط بذلك من محاولة التحكم في مصادر الطاقة المتاحة واستخدامها لصالح السكان . واحد مصادر الطاقة هو الكهرباء التي أمكن توليدها حتى الآن من بعض المشروعات المائية الهامة التي نفذت في بعض بلاد المنطقة ، وهي مشروعات تهدف الى زيادة الطاقة واستغلالها في التصنيع بعد ان كانت المنطقة حتى عهد قريب تعتمد اعتمادا يكاد يكون مطلقا على الزراعة. الا ان الوضع يتخذ أبعادا أخرى اعمق من هذا بكثير حين تأخذ في الاعتبار وجود البترول في المنطقة باعتباره أحد مصادر الطاقة التقليدية التي تلعب دورا أساسيا في تشكيل الأوضاع الاقتصادية والسياسية والاجتماعية في العالم في الوقت الحالي . ومقال الدكتور محمود أمين يعطى فكرة عامة عن الأوضاع البترولية في المنطقة وفي العالم . والدور الذي يلعبه - ويمكن ان يلعبه في المستقبل - البترول في اقتصاديات وسياسة المنطقة . ولقد ظلت هذه المنطقة تقوم بدور سلبي الى حد كبير ازاء البترول ، اذ تكتفى بتصديره الى الخارج مع قيام صناعات قليلة ومحدودة ، ولكن لا شك ان الاتجاه الحالي نحو التصنيع والتحول من مجتمع رعوى زراعى الى مجتمع صناعي ، او على الاقل مجتمع يجمع بين الزراعة والصناعة سوف يتطلب بالضرورة الاعتماد المتزايد على البترول كطاقة لتشغيل المصانع . ومع الخير العميم الذي ينتظر ان ينجم عن الاتجاه نحو التصنيع ، ومع ارتفاع مستوى المعيشة ، ومع التقدم الحضارى الذى يرتبط بالصناعة ، لا بد من ان تعانى المنطقة وشعوبها من الآثار السيئة المرتبطة بالتصنيع ، وباستخدام الطاقة في مختلف المجالات . ولكن مع ذلك فالذى نرجوه هو ان تأخر هذه المنطقة زمنيا في استخدام الطاقة قد يساعد على ان نستفيد من تجارب الآخرين وان نتجنب بحسن التخطيط كثيرا من تلك المساوئ والآثار السيئة الضارة التي يعمل الباحثون والعلماء في العالم الغربي على ايجاد حلول لها لتحقيق مزيد من الخير للانسان .

والواقع ان الطاقة تصبح في متناول الانسان حين يكشف عن مصادرها وينجح في التحكم فيها ويتغلب على مشكلة تحويلها من شكل لآخر في الوقت المناسب والمكان الملائم ، وبطريقة اقتصادية او تكاليف معقولة. ولكي يتحقق ذلك - لا بد له ان يعتمد على مختلف أنواع محولات الطاقة . وقد شمل مقال الدكتور أحمد أبو زيد عن « الطاقة والحضارة » تطور استخدامات الانسان للطاقة باشكالها المتنوعة في مختلف مراحل التطور الانساني . . منذ أن كان الانسان مصدر الطاقة التي أمدت الانساق الثقافية والحضارة الأولى بالقوى المحركة . .

ومقال الدكتور أبو زيد يعرض لارتباط الطاقة بحياة الانسان نفسه ، فمع كل هذا التقدم المرتبط بالطاقة ، فانه لا تزال هناك مجالات أخرى جديدة سوف يرتادها الانسان في المستقبل ويحقق فيها مستويات من الحضارة أعلى بكثير من كل ما يمكنه الوصول اليه حتى الآن . .

ذلك أن الانسان الحديث اكتشف مصادر للطاقة الذرية وبدأ يخضعها ويتحكم فيها ويسخرها لصالحه ، ويبدو أنه سوف يفلح في الوصول بالحضارة الحديثة الى آفاق لا يتصورها العمل في الوقت الراهن على الاقل ، وأن التحكم في تلك الطاقة الجبارة سوف يضع امام الانسان امكانيات هائلة للتقدم في مختلف المجالات ...

والدراسات التي يتضمنها هذا العدد لانستطيع ان نجزم بأنها شملت كل جوانب هذا الموضوع الهام في حياة الانسان المعاصر .. ولكنها بلا شك تعطي أبعادا علمية محددة واضحة عن الدور الهام الذي تقوم به الطاقة في تشكيل الحياة الانسانية وتطوير قدرات الانسان لتحقيق مجتمع يتمتع بخير أوفر وتقدم أكبر ..

★ ★ ★

عبدالمحسن صباح

الطاقة طبيعتها وصورها ومنابعها

تمهيد :

اذا كانت المادة هي جسد هذا الكون المنظور ، فان الطاقة هي روحه الخفية ، وصورته المتحررة ، وقوته الدافعة !

واذا كانت المادة تبدو لنا كشيء مختلف تماما عن الطاقة ، وان ظاهر امرهما يضمهما لنا كحقيقتين منفصلتين ، الا انهما ليستا في الواقع كذلك . . فبواطن الامور تشير الى انهما وجهان لشيء واحد .

فالمادة طاقة ، والطاقة مادة !

بمعنى اوضح نقول : ان المادة طاقة مجسدة ، وان الطاقة مادة متحررة . . فالاصل فيهما واحد ، وان اختلفت الظواهر ، وتعددت السمات ، وتباينت الصفات ، ومن هنا فان احدهما قد تتخلى عن صفاتها ، لتظهر بها الاخرى ، فاذا اختلفت المادة فان ذلك لايعنى

فناءها وزوالها ، بل يعنى فقط ان المادة قد تحررت من ماديتها وتجسيدها لتنطلق على هيئة موجات متحررة ذات طاقات محددة .. واذا ظهرت المادة ، كان ذلك نتيجة حتمية « لاعتقال » الطاقة المنطلقة وتكثيفها او « حبسها » على هيئة جسيمات أولية لتبنى منها ذرات المادة التى ينشأ بها كل ما فى الكون من صور المنظورة والخافية .. حية كانت هذه الصور او ميتة جامدة .

كانما الطبيعة تلعب امام عيوننا ، وفى خبايا عقولنا لعبتها الأزلية التى تصورها الانسان قديما فى اساطيره .. ومع ذلك فقد تحققت الاساطير ، وتجسد الخيال بطريقة أخرى أعظم فائدة ، واكثر اثارة مما تصوره الاقدمون .. فعندما أدرك الانسان سر الحقيقة التى تتراءى له فى كل ما حوله من صور طبيعية ، وأخرى متحررة ، استطاع ان يخضع المادة لسيطرته ، وان يروض الطاقة لخدمته ، وان يحولها من صورة الى أخرى ، لتتجلى له بأوجه شتى ، له فيها فوائد كبرى ، وكنوز لا تفى !

ولقد كان الانسان - من قديم الزمن - هو المخلوق الوحيد الذى بدأ يلاحظ وينأمل قوى الطبيعة وهى تعبر عن نفسها بوسائل متباينة ، وتبدو له بأقنعة متعددة .. فمن رياح تزمجر وتعوي ، الى سحب فوق رأسه تسبح وتجرى ، الى امطار تهطل ، وسيول تجرف .. الى برق وورعد وزلازل ، وبراكين .. الى آخر هذه الظواهر المثيرة التى سيطرت على تفكيره البدائى ، فأثارت فى نفسه الخوف والرهبه ، ولم يكن وقتها يملك من أمره شيئا الا ان يطلق لخياله العنان ، فيحبك الاساطير ، ويعيش فى الاوهام ، ويخترع لكل قوة من هذه القوى الرهيبة الها او آلهة يحسب حسابها ، ويقدم القرابين خوفا من بأسها ، وطمعا فى رضائها ..

ثم جاء على الانسان حين من الدهر وان فيه على عقله خيال غريب ، فبدأ يحلم أحلام يقظة تصور فيها قوى جبارة غير منظورة ولا ملموسة ، لكنها قد تتجسد - كما تخيل - فى جن وعفاريت ، لها طاقات خارقة تنهب بها المسافات نهبا ، وتلك الحصون دكا ، كما انها بقادرة على ان تبديد المدن فى لحظة من زمن ، وتنقل العروش فى أقل من لمح البصر .. الى آخر هذه التصورات التى سيطرت على العقول ردحا طويلا من الزمان (ولا زالت) ، دون أن يجنى البشر منها شيئا مذكورا ، غير خداع السلدج ، وسلب اموال الجهلاء والبسطاء !

واخيرا استيقظ صوت العقل فى الانسان بعد ان عاش دهورا فى الاحلام ، واستمع الانسان الى صوت العقل ، وبدأت الاساطير تتحول الى حقائق ، والحقائق الى انجازات علمية هائلة .

فعندما أدرك العقل البشرى ماذا تعنيه الطاقة بالنسبة للكون والحياة ، ثم عرف كيف يسيطر عليها باختراعاته المختلفة ، ويهيمن عليها بصورها المتعددة ، وينصب لها مصائد وشباك خاصة ، ليحولها من طراز الى آخر اكثر فائدة واعظم رخاء ، تفتحت له منابعها الهائلة ، وهنا تحولت الامور تحولا جذريا فى حياة الدول والجماعات ، واصبحت القوة فيها لاتقاس بما لديها من بشر ومن رباط الخيل ، ولكن بما تمتلكه من طاقات ، وبما تسخره لها من مصانع وآلات .. وعندئذ تخلى الانسان عن تسخير عضلات البشر والحيوان ، وسخر بدلا منها وسائل ميكانيكية تنجز فى ساعات ما لا يستطيع مئات من البشر الاقوياء ان ينجزوه فى سنوات ، وهكذا تميزت الدول المتقدمة على الدول النامية والمتخلفة .. ومن وراء ذلك قوة تنبع من العقل ، وسر يكمن فى الطاقة !

الطاقة .. طبيعتها وصورها ومنابعها

والواقع أن قوة الشعوب ، ونهضة الدول تقاس الآن بقدر ما تستهلك من وحدات الطاقة .. فالولايات المتحدة الأمريكية مثلا تعتبر في وقتنا الحاضر أقوى الدول شأنًا ، وأكثرها تقدما ، وأعظمها رخاء ، لأنها تمتلك من الوسائل المثمرة التي تستخدم فيها منابع الطاقة ما لا يمتلكه غيرها من الدول .. فهناك علاقة واضحة بين متوسط دخل الفرد ، وبين ما يستهلكه من الطاقة .. فدخل الفرد الأمريكي مثلا يصل في المتوسط الى ما يقرب من ٢٧٠٠ دولارا سنويا، ويستهلك من الطاقة حوالي ١٨٠ مليون وحدة حرارية بريطانية في العام الواحد (وسنعود الى هذه الوحدات فيما بعد لنعرف مضمونها) .. قارن ذلك مثلا بمتوسط دخل الفرد في كندا وبريطانيا والاتحاد السوفييتي واليابان ، تجده على الترتيب في حدود ١٨٥٠ ، ١٥٠٠ ، ٨٥٠ ، ٦٣٠ دولارا سنويا .. في حين ان متوسط استهلاك الفرد من الطاقة في هذه الدول يصل على الترتيب ذاته الى حوالي ١٣٠ ، ١٢٠ ، ٧٠ ، ٣٥ مليون وحدة حرارية بريطانية سنويا . اى انه كلما زادت قيمة استهلاك الطاقة ، أو امتلاك منابعها ، دل ذلك على رخاء الشعوب ، وارتفاع مستوى الدخل فيها .. وطبيعي أن نصيب الفرد في الشعوب النامية والمتخلفة أقل من هذا بكثير ، ذلك انهم يعتمدون على سواعدهم ودوابهم في انجاز متطلبات حياتهم من زراعة الارض وريها ، وحمل الاثقال والاعتماد على الارجل في قطع المسافات .. الخ .

والتحول الجذري في كشف منابع الطاقات الطبيعية واستخدامها بكفاءة في عصرنا الحاضر يتضح من **الكتاب السنوي للزراعة** (عام ١٩٦٠) الذي تصدره الولايات المتحدة الأمريكية .. ففي احدى فقراته يعقد المؤلف مقارنة طريفة بين اعتماد الأمريكي على الدواب بعد الحرب العالمية الاولى حتى الفترة التي صدر فيها هذا الكتاب ، فيجيب عليه ان اعداد الخيل والبغال في عام ١٩١٨ قد وصلت الى ٢٥ مليون رأس ، ولكي يحصل هذا العدد الهائل على طعامه ، كان لابد ان يخصص له ٢٥٪ من محاصيل الارض الزراعية .. وطبيعي ان هذا العدد كان سيتزايد بمرور الزمن ، وسيتبع ذلك زيادة في اعداد البشر الذين سيخصصون لرعايتها ، ويعنى هذا ايضا زيادة كبيرة في مساحة الارض المزروعة لاطعامهم واطعامها ، لكن ذلك لم يحدث بسبب الطفرة التي ظهرت في طرق المعيشة ؛ فالاقتصاد الأمريكي في الستينيات من هذا القرن ما كان ليعتمد اطلاقا على طاقة الخيل والبغال مهما كثرت اعدادها ، كما ان التقدم القومي في جميع الميادين كان بدون شك - سيتأخر تأخرا خطيرا مالم تقدم للزراعة اطرزة جديدة من الطاقة والقوة الدافعة التي تهون بجوارها الطاقات البيولوجية (اى الناتجة من البشر والدواب) .. فعندما اخترنا طريق الطاقات الناتجة من الآلات والجرارات والمولدات الكهربائية ، ثم تحسين وتطوير كفاءة هذه المعدات باستمرار ، دخلت الزراعة الأمريكية بذلك عهدا جديدا نحو زيادة الانتاج زيادة هائلة ومطرودة .

لكن ذلك جانب واحد من جوانب عديدة ، فبجوار الطاقات المستخدمة في الانتاج الزراعي ، نبرز طاقات أخرى هائلة في مجال الصناعة والنقل وتوليد الكهرباء ، والبناء والتعمير والتدفئة والغذاء .. الى آخر هذه الانشطة المتعددة التي لن تقوم الا اذا كان من ورائها طاقة تقيم اودها ، وترفع صرحها .



الطاقة : ماهي ؟

لئن سألوك عن سر الطاقة ، او جوهر حقيقتها ، فقد لا تملك الا أن تجيب كما اجاب الرسول الكريم عن الروح عندما سألوه عن ماهيتها ، فجاء جوابه على لسان القرآن المجيد « ويسألونك عن الروح ، قل الروح من أمر ربي ، وما أوتيتم من العلم الا قليلا » . . كذلك نقول : وسر الطاقة ايضا من امر الله ، فلا نعرف من جوهرها الا ظاهرها ، ولا ندرك من حقيقتها الا اثرها الذي يبدولنا بأوجه شتى .

ورغم أن الطاقة كلمة قد أصبحت الآن تتردد على كل لسان ، ورغم كثرة المؤتمرات الدولية التي تنعقد من أجل الطاقة ، فليس هناك تعريف مقبول لمعنى الطاقة وحقيقتها .

« دائرة المعارف العلمية والتكنولوجية » تقدم تعريفها عن معنى الطاقة فتقول « الطاقة هي القدرة على فعل الشغل » - وتستطرد - بعد أن تقدم بعض الامثلة الموضحة لهذا المعنى - فتقول « الطاقة كالشغل - كمية غير موجهة . . فوحداتها كوحدات الشغل وتتضمن قدم/رطل وارج Erg و جاول Joule (ليست جول كما ينطقها البعض) وكيلوواط/ساعة » . . وبعد هذا تسرد مدلولات الطاقة ومنابعها .

وفي كتاب « الطاقة » يتساءل **جلين ت. سيبورج** - رئيس لجنة الطاقة النووية الامريكية في المقدمة التي كتبها « لكن . . ماهي الطاقة على وجه التحديد ؟ » . . ويجب على ذلك « انها ليست شيئا تستطيع ان تكتشفه دائما بالاحاسيس ، فلو أن فيزيائيا اراد أن يصف نفاحة لانسان لم يرها في حياته ، فانه قد يضع الثمرة ببساطة على منضدة ويدعه ليتحسسها ويشمها ويتذوقها ، لكن الطاقة لا يمكن ان توضع بتمثل هذه البساطة على المنضدة ، لان الطاقة تستطيع ان تبدو على هيئات كثيرة ، فهي قد تظهر على هيئة طاقة حركية Kinetic أو كامنة Potential « . . الخ .

ويقول عنها الفيزيائي **ميشيل ويلسون** في كتابه « الطاقة » « ان ادراك الطاقة ذاتها امر صعب ، خصوصا وانها وافد جديد على صرح المعرفة . . فلكونها لاتلمس ولا ترى ، فانه من الممكن تخيلها فقط في عقل الانسان . . لقد كانت المادة دائما سهلة الانطباع في ادراكنا ، لانها شيء له كتلة ، كما انها تشغل مكانا في الكون ، ولهذا نراها ونشمها ونلمسها . . فانت تستطيع ان ترى حجرا يندفع نحوك ، ثم تشعر بالآلم عندما يصيبك ، لكن من الصعوبة بمكان أن تتخيل وجود شيء غير ملموس في هذا الحجر المتحرك (بقصد الطاقة المحركة له) وسرعان ما يختفى (هذا الشيء) عندما يصل الى الارض (ويتوقف) . . لكن تفكير الانسان في الاشياء المتحركة هو الذي طور معرفته من البداية عن مفهومنا للطاقة . . وهو مفهوم سيفودنا في النهاية الى اعتبار ان الطاقة شيء شامل لكل قوى الكون » .

وعندما ينظر العالم المرموق **سير جيمس جيتز** الى العوالم الدقيقة التي تكون الذرات فالمادة ، نراه يعبر عنها في كتابه « الفيزياء والحقيقة » فيقول :

ان دراساتنا لن توصلنا قط الى جوهر الحقيقة ، وسيبقى معناها الحقيقي وطبيعتها الاصيلة خافية علينا الى الأبد!

وأيا كانت الامور ، أو مهما اختلفت المدارك، وتفاوتت المدلولات ، وتباينت الشروح والنظريات،

الطاقة .. طبيعتها وصورها وما يبعثها

فان لغز الطاقة في مجال العلم ، كلفز الروح في مجال العقيدة والدين .. صحيح اننا لانرى الروح رؤية العين ، كما انه لا يمكن السيطرة عليها لاتبات وجودها ، ولكن الطاقة - رغم عدم ادراكنا لسر جوهرها - تلعب في الكون دورا هائلا ، كما انها هي التي تهيمن على حياتنا ، وتوقد فينا جذوة « الروح » .. اى انها هي الروح في الجسد ، فاذا اختلفت همد النظام - نظام الجسد - . وعلى الويرة نفسها نقول : ان كونا بغير طاقة ، كجسد بدون روح .. او طاقة ايضا .. فالامر سيان ، لاننا لاندرک سر هذه ، ولا تلك ، فاذا اردنا ان ندرک طبيعتها في نظام ، اشاحت بوجهها ، وتجلت لنا بطبيعة أخرى قد نحسبها مختلفة عن الاصل الذى منه قد نبعت ، الا انها ليست الا شيئا واحدا ، وان اختلفت معاييرها .

والطاقات تلعب في داخلنا وامامنا وحولنا الى ما لانهاية لعبتها الازلية الخالدة .. فجميع النظم الكونية من اول الجسيمات والذرات ، الى المخلوقات والارض والسموات ترخر بطاقات تتوقف درجاتها على ما يستطيع ان يطلق هذا النظام ، او ما يستقبله ذلك .. ولولا تلك الرحلة الابدية التي تغفر فيها الطاقات ، وتنطلق في أرجاء الكون على هيئة موجات ، اقدارها مختلفات ، لتوقف كل شيء في الوجود ، ولانطفأت الشمس واطلمت السماوات ، وايدت المخلوقات .

فلو رجعنا مثلا الى **الطاقات البيولوجية** التي تنطلق في اجسامنا ، لوجدنا انها تظهر في صور شتى .. فمن طاقة حرارية الى حركية (ميكانيكية) الى كهربية الى كيميائية الى افرافية الى امتصاصية .. وكل هذه الواجه المختلفة ظاهريا منبعها اساسا طاقة ضوئية ، سقطت يوما من الشمس على النباتات الارضية ، وبتنظيم حي خاص اصطادت « الشباك » المنصوبة في النبات الطاقة الشمسية ، واخترنتها في جزيئات عضوية على هيئة طاقة كيميائية ، وعندما تنطلق هذه الطاقة تتحول بدورها الى صور أخرى .. فقد تكون وقودا للالات ، فتؤدى الى طاقة ميكانيكية ، والميكانيكية قد تتحول الى كهربية ، والكهربية الى ضوئية او حرارية او حركية او موجات اذاعية او كيميائية . وهكذا ندور الطاقة ، فتختفى بوجه ، وتظهر بوجه آخر .

والطاقة الشمسية بدورها قد انبثقت من تحرير المادة وانطلاقها على هيئة طاقة حرارية وضوئية واشعاعات كهرومغناطيسية غير منظورة لعيوننا ، لكن هناك اجهزة حساسة تستطيع تسجيلها واثبات وجودها . وتستقبل ارضنا جزءا ضئيلا من الطاقة الشمسية ، وبه تنطلق طاقات أخرى شتى .. فمن نسيم يسرى ، الى اعاصير تدمر ، الى تيارات بحرية تجرى ، الى امواج تنطلق ، الى مياه تتبخر ، الى مخلوقات تتحرك ، الى آلات تدور ، الى حضارة تشيد .. الى صراع على الطاقة ..

يعنى هذا ان الطاقة - وان اختلفت طبائرها ، وتباينت مظاهرها - ليست في الحقيقة الا جوهرها واحدا ، لكنها قد تدخل من « الباب » بوجه ، وتخرج من « النافذة » بوجه آخر ، او قد تلج هذا التكوين او ذاك كضوء ، فتخرج منه على هيئة طاقة كهربية او كيميائية او حرارية .

والواقع ان الانسان - من قديم الزمن - قد استنشط المكاييل والموازين والاطوال ليتخذها كوحدة معينة ، فيحدد بها ما يقابله في حياته من مادة عالمه ، فنحن نستخدم الآن الكيلو متر والمتر والسنتيمتر والمليمتري كوحدة للمسافات ، والطن والكيلو جرام والجرام كوحدة للموازين ، والاردم والكيلو والقدح كمعايير للحبوب ، والبرميل والجالون والتر كمقاييس للسوائل .. وكل هذه معاير مادية لا تنفع كوحدة للطاقة .. فنحن لا نستطيع ان نقيس الاستهلاك الكهربى

بالاردب ، ولا الطاقة الضوئية بالبرميل ، ولا الطاقة الحيوية بالتر أو السنتمتر ، وكان لا بد والحال كذلك من لجوء العلماء الى استنباط وحدات أخرى ليحددوا بها اقدار الطاقة وكمياتها . . فما هي هذه الوحدات ؟



وحدات الطاقة

في حياتنا العادية قد نستخدم كلمة الطاقة بمفهومها غير المحدد ، فنقول مثلا عن زيد من الناس انه انسان ذو طاقات لا تعرف الكلل ، وأن هذا العمل فوق طاقة الشخص خاصة ، وطاقة البستر عامة ، وأحيانا أخرى قد نصف المجهود العقلي بطاقة فكرية تتراوح ما بين انسان وانسان . . صحيح اننا لا نستطيع أن نضع الطاقة الفكرية في موازين ملموسة ، ولا أن نقيمها بمعايير معروفة ، لكننا مع ذلك نستطيع ان نحتكم الى الانتاج العقلي المسجل في مجلدات وكتب للتمييز بين الطاقات الفكرية التي تنبع من أمخاخنا . . فيقال مثلا ان انتاج « س » الفكرى قد فاق كل انتاج مماثل ، أو ان « ص » له خمسون او مائة او ألف مؤلف أو بحث أو اختراع . . الخ ، ومع ان هذه لا تدخل تحت معايير علمية كالتي نستخدمها في تحديد الطاقات الاخرى ، كأن نقول مثلا ان طاقة « هـ » الفكرية تساوى كذا سعرا (بضم السين وتسكين العين) حراريا ، أو كذا كيلو واط / ساعة ، أو كذا مترا أو حصانا . . الخ ، الا انه من المؤكد ان من وراء أفكارنا طاقات حيوية تجرى في أمخاخنا . .

والطاقات الفكرية كالطاقات الطبيعية . . فلكى تستثمر هذه أو تلك ، كان لا بد من نهضة المناخ المناسب ، أو الوسيلة الفعالة لى تظهر ثمارها ، وتجنى المجتمعات عائلدهما . . فكم من مجتمعات قضت على مفكريها ، وكم من دول شردت خيرة عقولها . . ذلك أن أفكارهم الجديدة الرائدة لا تتمشى مع الأفكار الموروثة البالية . . وهى هنا بمثابة من يستخرج من الارض نروات هائلة، ثم يكنز عائلدها ، دون ان يديره في مشروعات تدر على البلاد خيرا وفرا . . فالفكر المقيد ، كالمال الحبيس ، كالطاقة الكامنة في طبائع الاشياء ، ولكى يكون لكل هذا فائدة ، فلا بد من تحرير الفكر من قيوده ، والمال من خزائنه ، والطاقة من مادتها . . .

ومع ان الطاقة الفكرية متروكة لتقديرك ، الا أن معايير الطاقات الاخرى شىء محدد استخلصناه بالمعادلة والقانون . . فالمعادلة تعنى التوازن ، والقانون يعنى النظام ، وعلى أساسهما سار كل شىء في الكون بحساب ومقدار . . صحيح اننا نطلق الاسماء لنحدد بها طبائع الاشياء ، لكن ذلك سيفقدنا الى الأسس التي قامت عليها وحدات المادة والطاقة والزمن والمسافة والكتلة . . الخ ، وطبيعى أنك قد مررت على هذه التعريفات - اى الزمن والطاقة والكتلة . . الخ - وانت تحسبها اشياء منفصلة لا تربطها رابطة ، ولا تؤلف بينها علاقة قائمة ، لكن ذلك ليس صحيحا ، فالكل في واحد ، والواحد في كل . .

فللطاقة الذرية وحداتها ومقاييسها، وللطاقة الحرارية وحدات أخرى ، وكذلك للطاقة الضوئية والكهربية والميكانيكية والكيميائية والبيولوجية . . الخ ، ومع ذلك فمن الممكن - من حيث المبدأ - ان نحول كل قيمة من الطاقة الى قيمة أخرى ، ولذلك أساس عظيم مشيد في طبيعتها ، فاصل الطاقة - كما سبق أن ذكرنا - واحد ، لكن ظهرها بأوجهها المتعددة دفننا لى نحدد لكل وجه وحدات قياسية مناسبة .

الطاقة .. طبيعتها وصورها ونتاجها

فالعالم البيولوجى او الكيمايى يقدر الطاقة الحيوية او الكيمايية بالكالورى او السعر الحرارى ، ثم يضع له قيمة ثابتة محددة ، فأحيانا يذكر فى حساباته كيلو كالورى ، وأحيانا أخرى يذكر الكالورى .. تماما كما نقدر نحن الوزن بالكيلو جرام وبالجم . . فالكيلو كالورى يساوى ألف كالورى ، والكالورى يساوى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المائة درجة مئوية واحدة ، وبالتحديد من ١٤٥ - ١٥٥ درجة مئوية ، والكيلو كالورى فيه كمية من الحرارة تساوى ألف مرة قدر القيمة الموجودة فى الكالورى .. وطبيعى أن عالم البيولوجيا مثلا سعيد بوحدات طاقاته ، وهو يستطيع ان يحدد الطاقة الكامنة فى كل نوع من أنواع الاطعمة التى نتناولها ، فيذكر مثلا أن الزيت ذو قيمة حرارية عالية ، وأن الخضروات ذات قيمة حرارية منخفضة ، ولهذا فعلى الذين يريدون بأجسامهم البدنية نحولا ، الا يأكلوا الاطعمة ذات القيمة الحرارية أو السعر أو الكالورى الحرارى المرتفع ، بل عليهم أن يملأوا بطونهم بأطعمة ذات قيمة حرارية منخفضة أو معتدلة .. ذلك أن كل شيء هنا مقدر ومحسوب ، وكأننا هناك موازين حساسة منصوبة داخل خلايانا وانسجتنا ، ولاشك ان للجسم الحى هنا ميزانية خاصة تخضع لاصول السحب والادخار . فالذى يبذل مزيدا من الطاقة ، يحتاج الى سحب جزء من الرصيد المخزون فى جسمه ليحترق ، فيمده بفيض من الطاقة ، وقد يعوض ما سحب برصيد جديد من الطعام .. المهم الا نسرف ولا نقتر فى السعرات الحرارية حتى تعادل الموازين فى أجسامنا ، فتعتدل معها الحياة .

هذا ويبين الجدول التالى الطاقة التى يبذلها شاب فى خلال يوم كامل موزعة على أنشطته المختلفة التى يمارسها فى يومه .

المجموع	الطاقة (كيلو كالورى / دقيقة)	الزمن المستنفذ فيه بالدقيقة	نوع النشاط
٥٩٤	١٣	× ٤٥٧	وهو نائم أو مستلق فى سريره
٩٩٢	١٦	× ٦٢٠	وهو جالس
٢٨١	٢٢٥	× ١٢٥	وهو واقف
١٢٢	٢٩	× ٤٢	اثناء اغتساله وملبسه
٢١٠	٣٠	× ٧٠	عمله الروتينى المكتبى
٥٣٦	٥٦	× ٩٦	اثناء المشى
١٩٢	٦٤	× ٣٠	وهو يركب دراجة
٢٩٢٧ كيلو كالورى		١٤٤٠ دقيقة (أى يوم كامل)	

لاحظ ان استهلاك الطاقة بالسعر الحرارى يزيد كلما زاد نوع النشاط .. فالانسان يبذل طاقة - وهو يركب دراجة - اكبر بحوالى اربع مرات من الطاقة المبذولة وهو يمشى .. ولا شك ان لاعب الكرة يبذل فى مبارياته طاقات اكبر واكبر .. كذلك نحس بالطاقة المبذولة ونحن نصعد السلالم .. وكلما زاد وزننا ، بذلنا طاقة اكبر ، والعجائز الذين يحيون حياة هادئة رتيبة يبذلون طاقة أقل من الكهول ، والكهول أقل من الشباب . والرجال اكبر من النساء .. التخ ، ولكى يكون لكل هذا قيمة مقارنة ، فلا بد أن نضع له معايير محددة ، فنقول مثلا ان الطاقة المبذولة

مقدرة لكل كيلو جرام في كل دقيقة أو ساعة ، او لكل مساحة محددة من سطح الجسم . فالانسان الذى يزن ٧٠ كيلو جراما ، ويبلغ طوله ١٨٠ سنتيمترا تصل مساحة جسمه الى حوالى ١٩ مترا مربعا . . فاذا كان يبلغ من العمر ٢٥ عاما ، ويبقى فى سريره فى راحة تامة ، فانه يبذل ٦٥٠ كيلو كالورى / دقيقة / متر مربع . . هذا ويوضح شكل ١ ا الطاقة التى يبذلها افراد مختلفون فى اليوم الواحد ، وشكل ١ ب يبين مستويات الطاقة التى يبذلها فرد واحد فى أنشطته المختلفة .

ومع ذلك فقد قدر العلماء الطاقة التى يستهلكها جسم انسان بالغ فى المتوسط يوميا بالوحدات الحرارية بحوالى ٣٥٠٠ كيلو كالورى . . لكن من الميسور ايضا حساب هذه الطاقة بوحدات أخرى ، فهى تعادل ١٣٨٩٥ وحدة حرارية بريطانية (British Thermal Unit) B.T.U. . . وهذه الوحدة الجديدة تنبثق من كون البريطانيين يستخدمون الرطل بدلا من الكيلو جرام ، ودرجة الحرارة الفهرنهايتية Fahrenheit بدلا من المئوية ، ولما كان الرطل يساوى ٥٣٠٩٢ غراما ، والدرجة الفهرنهايتية تساوى ٥٤٥ و . من الدرجة المئوية ، فان الوحدة الحرارية البريطانية تساوى ٢٥٢ ر . كيلو كالورى ، او ان كل كيلو كالورى يساوى ٣٩٧ وحدة حرارية بريطانية .

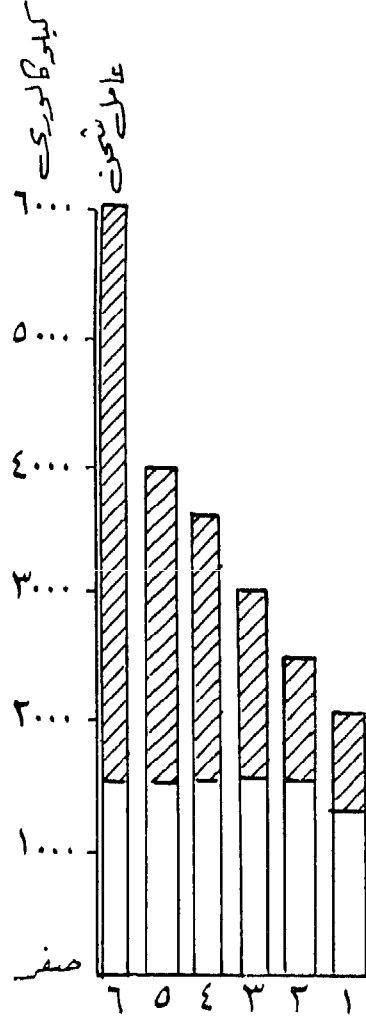
او قد تصل طاقة هذا الانسان فى اليوم الواحد الى ١٤٦٤٧٥٠٠ جاول او ٠٠٠٠٠٠ ر . ١٤٦٤٧٥٠٠ ارج ، او ٠٠٠٠٠٠ ر ١٠٧٨٧٠٠ رطل / قدم ، او ٤ كيلو واط / ساعة او ٣٦٥ قدرة حصان . . الخ .

فماذا يعنى كل هذا أيضا ؟

يعنى ان هذه الوحدات تستخدم فى مجالات شتى ، لأن للطاقة اوجها متعددة . . فهى قد تنجز شغلا ، او تضىء مصباحا ، او تدفع سيارة ، او تنتج بخارا ، او ترفع سحابا ، او تطلق صاروخا ، او تحيى انسانا وتميت آخر . . الخ .

وتعنى ان لكل شيء فى الكون طاقة محددة ومحدودة . . فانطلاق الجسيم الذرى فى مجالات القوى التى تتسلط عليه ، او انفلاق نواة ذرة واحدة لتنتج طاقة محددة . . الى آخر هذه المعايير الذرية الدقيقة ، نرى علماء الطبيعة الذرية يستخدمون وحدة الاليكترون - فولت . . وتلك الوحدة عبارة عن الطاقة التى يكتسبها اى جسيم يحمل شحنة كهربية (ولا يهم ان كان الجسيم اى جسيم آخر غير الاليكترون - المهم ان يكون له نفس الشحنة التى يحملها الاليكترون - سالبه كانت هذه الشحنة أم موجبة) عندما يتخطى مجالا كهربيا فرق الجهد فيه فولت واحد . . فانفلاق نواة ذرة يورانيوم واحدة تنتج طاقة تساوى ٢٠٠ مليون اليكترون - فولت . . هذا بالمقارنة الى ٤ اليكترون - فولت الناتجة من احتراق ذرة فحم واحدة وتحولها الى تانى اوكسيد الكربون . . ويعنى هذا أن الطاقة النووية هنا اكبر بحوالى ٥٠ مليون مرة من الطاقة الكيميائية (اى الاحتراق) . . ورغم ان الرقم الناتج من فلق نواة اليورانيوم رقم كبير (اى ٢٠٠ مليون اليكترون - فولت) ، الا انه بالمعايير التى سبق ان ذكرناها لا يعد شيئا مذكورا ، فمن الممكن تحويل هذه القيمة الى كالورى او ارج او قدرة حصان أو واط . . الخ .

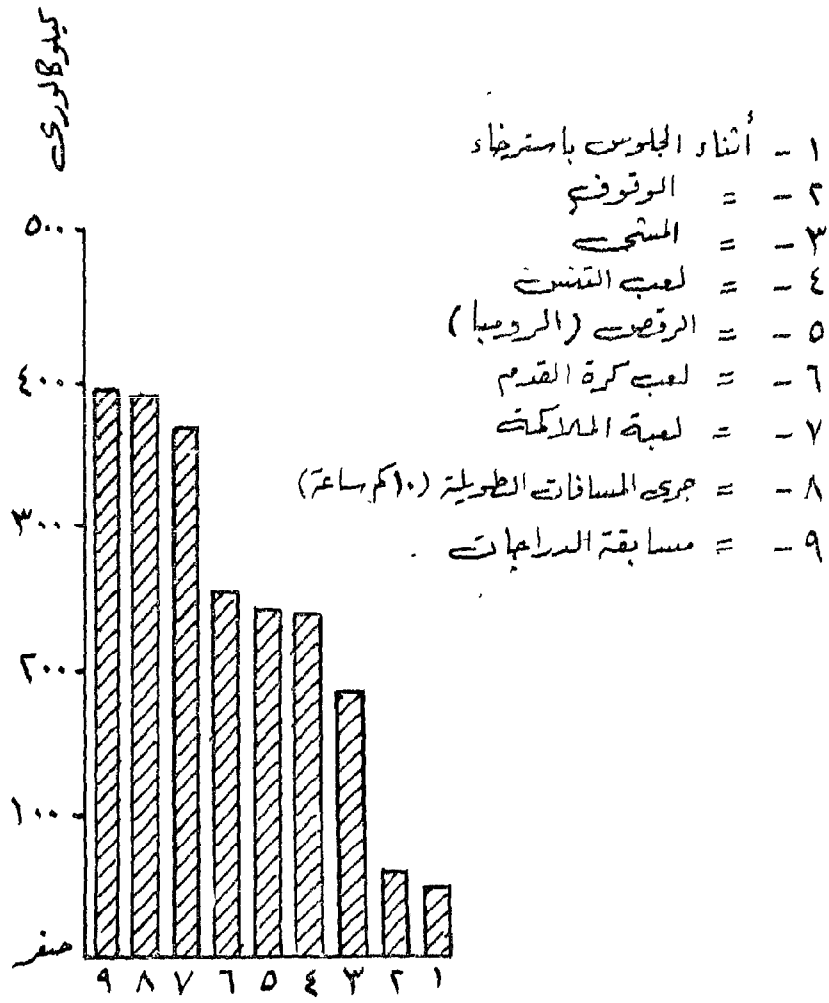
الطاقة .. طبيعتها وصورها ومتابعتها



- (١) ربة بيت
 (٢) عمل مكثف لرجل
 (٣) عمل خفيف لعامل صناعات
 (٤) عامل في منجم فحم
 (٥) مجنز جديد في البيت
 (٦) عامل شحن

شكل (١) (٩)

شكل ١ (٩) - الطاقة المبذولة بالكيلو كالوري (السعر الحراري الكبير) في اليوم الواحد لأشخاص يقومون بأعمال مختلفة ولهم نفس العمر والوزن (٢٥ عاما ، ٧٠ كيلو جراما ، ومساحة سطح الجسم ١٩ مترا مربعا) .. مع ملاحظة أن الجزء الأبيض يمثل الطاقة الصفرى أثناء الاسترخاء التام .



شكل ٢ ب

شكل ١ (ب) - الطاقة المبذولة في الأنشطة المختلفة بالكلو كالورى لكل ساعة لكل متر مربع من سطح الجسم .

ومن هذه الارقام تتضح لنا ضالة طاقات الانسان، أو ما صنعه من قنابل ذرية وايدروجينية هي بمثابة عيدان كبريت مشتعلة بجوار براكين كونية مشحونة بطاقات تتجلى فيها ، او تسيطر عليها لتجعلها تدور حول نفسها تارة ، وتنطلق في مدارات حول غيرها تارة اخرى . فكوكب الارض جرم صغير اذا ما قورن بالاجرام الاخرى التي قد تكون اكبر منه بالآلاف او مئات الآلاف او ملايين المرات . ومع ذلك فلدورانه حول نفسه طاقة ، وحول شمسه طاقة اخرى اكبر : ولو اردنا حسابها بمعايير الطاقة الميكانيكية المستخدمة في حياتنا لبلغت طاقة شغل الارض ما يقرب من ١٨٠٠ مليون مليون مليون قدرة حصان (١٠٠٠ مليون مكررة اربعا) ، ولو لم تنطلق الارض حول الشمس بهذه القدرة الجبارة ، لجذبتها الشمس الى مجالها جذبا ، ولصهرتها وصهرتنا في اتونها صهرا . . لكن القوى الكونية قد اشتغلت بحساب ، وسارت الاجرام في افلاكها بمقدار . . فلا الشمس تغلب على الارض او على كواكبها الاخرى التي تدور حولها ، ولا تلك الكواكب بهاربة من قبضة شمسها الى الفضاء . . وعندئذ يحق القول الفصل « خلق السماوات بغير عمد ترونها » . . « والسماء رفعها ووضع الميزان » . . فالعمد قوى كونية لا تراها ، وان كانت تتجلى لنا في جاذبية ودوران وحركة ، لتبدو لنا كموازين غير مرئية تسيطر عليها قوته البديعة ، ثم سيطرته العظيمة على كل ما في الكون من بلايين البلايين من الاجرام السابحة في ملكوته العظيم بطاقات هائلة تتجلى لرجل العلم بلا نهاية ، وتبرز له بلا حدود ، وعلى قدر ما يستوعب عقله المحدود !

لكن الطاقات الهائلة التي يزخر بها هذا الكون طاقات حبيسة في « قماقمها » . . في ماديتها . . فماذا لو تحررت ؟ . . علينا ان نتعرض لذلك باختصار . . لنرى وجهين لحقيقة واحدة .



الطاقة مادة متحررة

أنت ترى بالنور ، وتعيش على النور ، وخلقته من النور . . والى النور يوما قد تعود . . لتعود الكرة من جديد . . « قل هو يبدىء ويعيد » !

فأنت جسد لكن الجسد من نور . . ولست وحدك في الكون . . لأن كل ما فيه من مادة ظاهرة وخافية من نور تجسد . . فتكور . . فظهر . . فدارت به الافلاك . . وليكون « الله نور السماوات والارض » . .

وللنور درجات . . فمنه اللطيف ، ومنه القوي الشديد الذي لو تجلى لجبل لجعله دكا . .

● قدرة حصان Horse-Power تعبير استخدمه العالم المشهور جيمس واط ليقدر به قدرة شغل آله البخارية التي اخترعها واستخدمها في رفع المياه من الآبار ، وكانت الخيل هي الوسيلة المستخدمة في رفع هذه المياه وذلك ، ولهذا احضر عددا من الاحصنة القوية لتستخرج كمية الماء ذاتها التي تستخرجها آله البخارية ، وقارن بين قدرة هذه وتلك في الشغل ، ومن هنا استطاع ان يقدر ان حصانا قويا يقوم بشغل يصل الى ٥٥ رطل - قدم/ثانية - أي ان يرفع هذه الارتفاع الى اعلا من قوة الجاذبية لمسافة قدم واحدة لكل ثانية . . وقدرة الحصان بحساب آخر تساوى ٧٤٦.٠٠٠.٠٠٠ رطل - قدم/ثانية . . ارجع او تساوى ٧٤٦ جاول .

الطاقة .. طبيعتها وصورها ومانعها

« قال رب أرني أنظر اليك ، قال لن تراني ، ولكن انظر الى الجبل فان استقر مكانه فسوف تراني ، فلما تجلى ربه للجبل جعله دكا ، وخسر موسى صعقا ، فلما أفاق قال سبحانك تبت اليك » !
وليس كل ضوء مرئيا .. بل لنا حدود فيمانرى ، كما أن لنا حدودا فيما نسمع ونطيق
وندرک ونعلم !

وقد يبدو هذا الكلام أقرب الى أسلوب الصوفية منه الى لفتنا العلمية ، وقد يكون ذلك وقد لا يكون ، لسنا في الواقع ندرى ، لكن الذى ندرىه - نسبيا - أن النور الذى نراه قوة خفية .. وفيما فوقه أو تحته انوار أخرى ذات قوى أو طاقات مختلفة ، لكن عيوننا ليست مهياة لاستقبالها ، ولو استقبلناها لاصابتنا بالعمى .

لا بد أن نذكر هذه المقدمة الصغيرة في سياق حديثنا حتى لا تختلط علينا الامور بين العلم والعقيدة ، وحتى نكون واضحين في تقديم صورة جديدة من صور القوى أو الطاقات الكونية التى تتجلى فينا وفي خارجنا مما سوى الله فأبدع !

والنور يعنى الضوء أو الضياء أو الوميض أو القبسات النورانية أو الإشعاعية أو الأشعة الكهرومغناطيسية أو الفوتونات Photons (أو الكوانتا Quanta) (أى كميات محددة من « طرود » ضوئية .. مفردتها كوانتم Quantum) .. والمسمايات الثلاثة الاخيرة هي التى نستخدمها في مجال العلوم .. وهى التى أنارت عقولنا على مافى هذا الكون من أسرار عظيمة ، وأضاءت لنا الطريق لنرى شيئا من طبيعته المثيرة ..

فالانسان والحيوان والنبات والميكروب وكل شيء دبت فيه الحياة يتكون من شقين : شق مادى منظم أعظم تنظيم ، وشق « روحى » أو حيوى تنطلق منه طاقة محددة لتسيطر على كيان هذا التنظيم المادى ، وتدفعه دفعا ليشق طريقه في الحياة لوقت معلوم ، ثم يتخلى عن الطريق ليفسح المجال لغيره ، ولكن بعد أن يكون قد ترك نسخة من ذاته تواصل الحياة مع غيرها من طوفان المخلوقات ، وهو ما نعبر عنه بالتناسل والتكاثر والذرية والاجيال .. الخ .

لكن « الروح » أو الطاقة التى تسرى في داخلنا هى روح نظام بديع لا زلنا في اسراره حائرين ، فنحن لم نعرف بعد كل أسرار الخلية الحية التى منها قد نشأنا ، ولا كذلك سر خلية ميكروبية بسيطة .. ذلك أن هذه الوحدات الحية التى لا تراها العين لضآلتها ليست الا نظما من داخل نظم من داخل نظم من داخل نظم .. وهكذا تتراكم الاجزاء وتتداخل بعضها في بعض .

وكل حى لا بد أن يموت .. والموت يعنى خلا في النظام ، ولا يزال هذا الخلل يتعاضم ويتفاقم حتى تخل الفوضى ، وتتوقف « روح » هذا النظام أو ذاك عن انتاج الطاقة .. فلا تتحرك عين في مقتلها ، ولا ينبض قلب في صدره ، ولا يتردد نفس في قفصه ، ولا تشع حرارة في أوصاله ، بل تحل محلها برودة مميزة ، وهى دليلنا على توقف الجسم أو هذا النظام البيونوجى الخاص عن بدل الطاقة التى قدرناها من قبل في المتوسط بحوالى ٢٥٠٠ سعر أو كيلو كالورى .. أو اكبر من ذلك أو أصغر !

لكننا لاشك نظلم انفسنا اذا نظرنا الى اجسامنا المادية مثل هذه النظرة القاصرة .. صحيح أن الذى يفرق بين الميت والحى هو تلك الطاقة التى تستطيع الخلايا المختلفة ان

تستخلصها من الطعام أو وقود الحياة فتظهر في الكائن الحي على هيئة شتى (وسنعود لهذه الطاقة بالشرح فيما بعد) ، فاذا توقف النظام الحي عن انتاج الطاقة ، فان ذلك لايعنى اختفاءها حتى تظهر « يوم البعث » ! .. اذ لو تعمقنا في بواطن الامور لادركنا ان هذه الكتلة الميتة تموج بقوى هائلة ، وتفور بطاقات عالية .. لكنها لا تظهر لنا ولا تتجلى ، ذلك انها حبيسة في جسيماتها .. في ذراتها .. في جزيئاتها .. في خلاياها .. في اعضاء هذا الميت وانسجته التي توقفت الى الابد عن انتاج الطاقة الظاهرية .. رغم ما في باطنها من طاقات حبيسة .

وقد يبدو هذا الكلام غامضا على غير المتخصصين .. لهذا كان لابد من شرح وتوضيح .

فالكتلة الميتة أو الحية لم تكن في البداية الا فوتونات أو كوانتا أو موجات كهرومغناطيسية أو ضوءاً أو نورا أو طاقة . ذلك ان كل شيء مادي - حيا كان أو سائلا أو غازا أو جمادا - ليس الا بمثابة « قمقم » فيه مارد حبيس .. لكن الفرصة غير متاحة لاطلاقه من قمقمه ، او تحريره من مادته ، ولو استطعنا ان نحول المادة من صورتها الحبيسة الى وجهها الآخر الطليق ، لاذلت العباد ، ولذكت الجبال ، ولأبادت المدن في لحظة من زمن .

لكن حياتنا على هذا الكوكب ، تتوقف على حياة الشمس .. فان مانت متنا والشمس بدورها تعتمد في حياتها على تحويل المادة المجسدة الى طاقة متحررة لتندفق فيما حولها من فراغ على هيئة اشعة حرارية وضوئية ونفايات جسيمات ذرية واتسعاعات أخرى .. ولا بد ان نتخلص الشمس من هذه الطاقات الزائدة حتى لا تنفجر ، ولا بد أيضا ان تحتفظ بنسبة من تلك الطاقة لترفع درجة حرارة جوفها الى ما يقرب من ٢٠.٠٠٠.٠٠٠ درجة مئوية ، وعند هذه الحرارة العاتية « تلتهم » الشمس بعض مخزونها من الايدروجين و « تهضمه » على هيئة عنصر أعقد يعرف باسم الهيليوم (من هيلوس اليونانية اي الشمس - ولهذا فالهيليوم عنصر موجود بكثر في الشمس) ، وفي هذه العملية التي يدخل فيها اربعة اذوية (بروتونات) لعنصر الايدروجين لتلتحم في نواة الهيليوم ، يختفي جزء ضئيل من المادة ، ويتحول الى طاقة تعادل شغلا قدره حوالي ٤٥.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ ارج .. ورغم ان هذه الكمية ضئيلة جدا ، الا ان الطاقة الناتجة من تحويل جرام واحد من الايدروجين الى هيليوم يمكن ان تؤدي شغلا يصل الى ٥.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ ارج .. أو بما يعادل ١٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ قدرة حصان (مما يذكر ان جرام الايدروجين يحتوي على حوالي ٦٦ ألف مليون مليون ذرة .. ومن هنا يضح ان الطاقة الاتحامية تبدو صغيرة ، ولكننا نتعامل مع بلايين البلايين من الذرات) .

وكل هذه الارقام والتقديرات ستبدو ضئيلة غاية الضالة اذا ما قورنت بما يجري في داخل هذا الفرن الكوني الجبار .. فالشمس لا يمكن ان تعيش على جرامات أو كيلو جرامات او اطنان تتحول الى بلايين بلايين البلايين من الارجات أو حتى القدرة الحصانية .. لكنها في كل ثانية تمر من حياتها الطويلة تستهلك وجبة من الايدروجين تصل كتلتها الى ٥٨٧ مليون طن ، وتحولها الى ٥٨٣ مليون طن من الهيليوم .. لكن هناك فرقا بين ما « أكلت » وما تحول الى نفاية (أي هيليوم) تقدر كتلته بحوالي اربعة ملايين طن في الثانية الواحدة ! فإين ذهبت هذه الكمية الهائلة من المادة ؟

الطاقة .. طبيعتها وصورها ومنابعها

ما يقرب من 3×10^{10} كيلو واط/ساعة ، وبه يدور كل شيء على كوكبنا .. تدور ملايين البلايين من أطنان الهواء ، في تيارات رافعة خافضة .. أحيانا ما تلتفح وجوهنا كنسيم عليل ، وأحيانا أخرى كرياح وعواصف بأسها شديد، وقد تمكن فيها طاقات تفوق في طاقتها مئات القنابل الذرية والايروجينية - وبالطاقة الشمسية تخرج ملايين البلايين من أطنان بخار الماء الى الهواء ، فنور فيه على هيئة سحب تتساقط منه الامطار ، وتجري الانهار ، وتورق الاشجار ، وتكتسى الارض بالخضرة والازهار ، وتتكون بها (بالطاقة الشمسية) الحبوب والثمار ، وتحلق الفراشات ، وتبنى الطيور ، وتسبح الاسماك ، وفوق كل هذا يدور الانسان في أرضه لينقب فيها باحثا عن مزيد من الطاقة ليحصل على مزيد من القوة والرفاهية .. ومن وراء كل هذه الحركة البديعة - التي تتم في الهواء والبحار والاحياء - جزء ضئيل جدا من طاقة تحررت من ماديتها ، لتسلط بوحداتها على نظم اليكترونية وذرية وجزيئية لتبعث فيها الروح والحياة ، وسنعود لنوضح معنى ذلك عندما نتعرض للبطاريات الحية التي تصطاد تلك الطاقات ، لتدفع بها كل ما على هذا الكوكب من احياء . فمن وراء حركته نور اوضوء او طاقة شمسية لها مع الحياة قصة مثيرة .. لكن علينا الآن أن نتعرض للوجه الآخر من الحقيقة .. اى تجسيد الطاقة من بعد تحرير وانطلاق .. فهل هذا في الامكان ؟ .. دعنا اذن نبدأ من الأساس .

تجسيد الطاقة Materialization of Energy

يحكى أن عالما انجليزيا شابا يدعى **بول ديراك** خرج على العالم في عام ١٩٢٨ بنبأ مشير نتيجة لتحليل معادلات رياضية تناول فيها بعض معادلات نظرية النسبية لاينشتاين ومعادلات نظرية الكم Quantum Theory **لماكس بلانك** .. ومن عملية « المزج » بين هذه وتلك ، جاءت بعض نتائج تمشي مع منطق هذا العالم الذى فيه نعيش ، وجاء بعضها الآخر بانباء - لا هى مقبولة ولا هى معقولة ، وقد نبذوا امام الانسان وكانما هى نثر الىه من طرف خفى بأن هناك امورا تحدث في الكون ، ولكنها تسير بالمقلوب .. اى معاكسة لكل ما نعرفه او نعارفنا عليه في طبيعة عالمنا وتكوينه .. فماذا يعنى عندما نقول مثلا ان طاقة زيد سالبة ، او ان زمنه يجرى الى الوراء ، او انه يتكون من مادة نقيضة لمادة عالمنا ، او ان هناك جاذبية تدفعه بعيدا عن الارض بالقوة ذاتها التي تشد بها انسانا آخر له كتلة زيد نفسها .. الى آخر هذه الامور المضادة لطبيعة عالمنا !

طبيعى أننا لم نر تسببا غريبا - مثل ماتنبأت به المعادلة - يحدث على أرضنا ، ورغم غرابة ما جاءت به المعادلة من نبوءة ، الا ان الشاب ديراك اكد لمن تهكموا عليه ان ما جاء به ليس اثما في العلم ولا بهتانا ، ولا بد ان هناك شيئا لم تتفتح له العقول بعد ، او ربما كان سابقا لاوانه .

لقد كان ديراك يقوم بتحليل رياضي لحركة اليكترون وحيد في الفراغ ، ولكى يتحرك فلا بد له من طاقة .. ولقد وضع ماكس بلانك الحدود التي يمكن ان تتعامل بها الطاقة مع المادة من خلال تحليل رياضي أيضا ، بل وأوضح لنا ان الطاقة الضوئية مثلا لا تنطلق كشعاع متصل وكما تراه العين ، ولكنها تأتي كطرود او « باقات » او وحدات دقيقة جدا من الطاقة (وسوف نعود لها بعد حين) ، وجاء بعده البرت اينشتاين ، ووضع لنا المعادلة التي تنبأت بتحويل المادة الى طاقة .. وتبعهما ديراك الذى اشارت تحليلاته الى ان الطاقة ايضا يمكن ان تتجسد في جسيمات .. وكما كانت طرود او باقات الطاقة قوية وكبيرة ، كانت الجسيمات المتجسدة منها ثقيلة .. والى هنا والموضوع يمكن تقبله من حيث المبدأ .

وبعد الحرب العالمية الثانية توصل العلماء الى تجسيد الطاقات التي تندفع بها الجسيمات بسرعة فائقة في المعجلات الذرية الجبارة التي تصل طاقتها الى عدة آلاف الملايين من الاليكترون فولت .. وفيها ظهرت جسيمات أكبر مثل البروتون ونيقيضه ، والنيوترون ونيقيضه .. ويعنى هذا أنه أصبح بالإمكان تجسيد كل الجسيمات الاساسية التي تدخل في تكوين الذرات مع جسيماتها النقيضة .. لكن النقيض - كما ذكرنا - لا يمكن أن يعيش في عالمنا ، لأن طبيعته معاكسة تماما لطبيعة جسيماتنا التي تكون مادة هذا الركن من الكون العظيم .. ومن الامور المثيرة حقا ان العلماء قد توصلوا الى تخليق ذرة ايدروجين نقيضة * (اى بروتون سالب واليكترون موجب في حين ان ايدروجين عالمنا يتكون من بروتون موجب واليكترون سالب) .. لكن ذرتنا النقيضة لم تعمر لحظة من زمن ، اذ سرعان ما تلامست مع مادة عالمنا ، فافنى كل جسيم جسيمه النقيض ، وتحررا من صورتهما المادية ، لنطلقا على هيئة موجات كهرومغناطيسية لكن .. ماذا يعنى كل هذا ؟

يعنى في المقام الاول أن معادلات ديراك قد تحققت كما تحققت معادلة البرت اينشتاين .. فالاولى تنبأت بإمكان تجسيد الطاقة في جسيمات وجسيمات نقيضة ، وصحت نبوءتها ، والثانية تنبأت بتحرير المادة وتحويلها الى طاقة ، وصحت نبوءتها ايضا ، وهذا يعنى حقا ان المادة والطاقة وجهان لشيء واحد .

ويعنى التجسيد - في المقام الثانى - أن الكون ربما يكون قد بدأ بدايته من طاقات « نورانية » جبارة ، ومنها تجسدت جسيمات نقيضة ، ثم تسلطت عليها قوى كونية - لا نعرف كنهها - لتعزل النقيض عن نقيضه ، ثم تجمعت الاليكترونات والبروتونات والنيوترونات ليتكون منها ذرات عوالم مثل ذرات عوالمنا ، وفي الوقت ذاته تجمعت الاليكترونات النقيضة (البوزيترونات) مع البروتونات النقيضة مع النيوترونات النقيضة لتظهر بها ذرات عوالم نقيضة .. وهى عوالم لا تختلف عن عوالمنا في الظاهر ، لكن كل شيء في بنائها المادى قد أصبح معكوسا بالنسبة لعالمنا .. فالماء مثلا يتكون من ايدروجين وأوكسجين ، وليس ما يمنع اطلاقا من اتحاد الایدروجين النقيض مع الأوكسجين النقيض في العالم النقيض ، ليتكون الماء النقيض ، الذى تعيش فيه مخلوقات مائية نقيضة - ربما تشبه مخلوقات عالمنا ، أو قد تنشأ فيها كائنات عاقلة نقيضة ! .. لكننا لو فرضنا ووضعنا قطرة من ماء عالمنا على قطرة من ماء العالم النقيض ، لحدث ذلك انفجارا عانيا ، ولانطلق ضوء ساطع ، ولانثبثق سحير هائل ، وبهذا تختفي القطرتان تماما ، وتتحول مادتهما الى موجات كهرومغناطيسية بأسها شديد .

والواقع أن موضوع العوالم والعوالم النقيضة Worlds and Antiworlds من أعظم الموضوعات اثاره في مجال العلوم الحديثة .. لكن الذى يهمنا هنا - خصوصا بعد أن توصل العلماء الى تجسيد الطاقة - أن الانسان لو استطاع ان يتوصل الى طريقة فعالة ليحرر بها المادة من تجسيدها ، ويحولها الى موجات ، فانه يكون قد توصل بالتأكيد الى منابع لا تنضب من الطاقات .

* بعد الانتهاء من كتابة هذه الدراسة ، تبين ان العلماء قد توصلوا ايضا الى تخليق ذرة اعقد هي ذرة الهيليوم في معجلات ذرية ذات طاقات اصخم .. ولهذا لزم التنويه .

ورب متسائل يتساءل : ولكننا نحصل على الطاقة النووية من خلال عملية تحويل المادة الى طاقة عن طريقين : طريق انشطار نوى اليورانيوم ، او طريق التحام ذرات الايدروجين الثقيل في درات اعقد . . وبهذا يخفى في تلك العمليات جزء من المادة ، لظهر على هيئة طاقة .

وهذا صحيح . . لكن المادة هنا لم تتحول تماما الى طاقة . . ففي عملية الانشطار او الالتئام ، لا يخفى الا جزء ضئيل جدا من المادة ، وقد لا يريد هذا الجزء عن ٠.١٪ من المادة الاصلية . . ولكن ما نرمى اليه هنا أن تكون كفاءة هذا التحول بمعدل يصل الى ١٠٠٪ ، ولن نتأني ذلك الا باطلاق جسيمات المادة على جسيمات المادة النقيضة ، وهنا تخفى المادة تماما ، وتبدو لنا بوجهها الآخر الذى ينطوى على قوى وطاقت تفوق خيالنا . . فهل سيتوصل العلم الى هذا الهدف يوما - حتى ولو كان هذا اليوم بعيدا ؟ . .



وللطاقة كمياتها ودرجاتها

من اعظم العلماء الذين كانت لهم على العلم ايداء بيضاء منذ نهاية القرن الماضي ، وبداية هذا القرن - العالم الفيزيائى الشهير **ماكس بلانك** صاحب نظرية الكم Quantum Theory التى تناولت الطاقة بالتحليل من خلال معادلات رياضية اوضحت لنا الكثير من اسرار هذا الوجه الاخر للمادة . . فكما ان للمادة وحداتها التى لا يمكن ان توجد الا على هيئة كيانات صحيحة ، كذلك ايضا كانت وحدات الطاقة ، فنحن لا نستطيع ان نقول ان لدينا خمس وحدات ذرية ونصف ، او عشر وحدات وربع ، لانه لا يوجد شئ اسمه نصف او ربع او سدس ذرة ، فاذا انشطرت الذرة الى نصفين او اكثر ، فان ذلك لا يعنى ان تبقى الانصاف على حالها ، بل تتحول في اللحظة ذاتها الى وحدات اصغر من ذرات متكاملة ، وكذلك الحال ايضا مع الجسيمات التى تتكون منها **الذرات** . . فهى ايضا على هيئة وحدات مستقلة بحيث لا يوجد فيها ما يمكن أن يكون نصف **اليكترون** ، او ثلث بروتون ، او ربع نيوترون . . الخ ، بل كل وحدة جسيمية تبقى على حالها متكاملة ، فاذا حدثت وتفتت البروتون مثلا الى اجزاء ، فانه يتحلل الى وحدات اصغر من ميزونات وبوزيترونات ونيوترينو وموجات من الطاقة .

وعلى الوتيرة نفسها ذهب **ماكس بلانك** الى اعتبار ان الضوء او اية اشعاعات او موجات اخرى من الطاقة ليست الانبضات تتدفق كوحدة متكاملة اطلق عليها اسم كوانتا Quanta اى كميات محددة من الطاقة تجرى بسرعة ثابتة تصل الى ٣٠٠ ألف كيلو متر في الثانية الواحدة على هيئة باقات او طرود او قسبات او **فوتونات** Photons (**والفوتون** هنا يعنى ايضا وحدة ضوئية واحدة ، وكلمة فوتوغرافيا تعنى التصوير الفوتونى او الضوئى) ، وكل هذه الوحدات تتجمع في عائلة تعرف باسم الموجات الكهرومغناطيسية . . فكلها ذات طبيعة واحدة ، وان اختلفت شدتها ما بين فوتون وفوتون . . ولا يمكن لهذه الوحدات ان تنشط ، ليكون هناك نصف كوانتم ، او ثلث فوتون ، او ربع باقة من الطاقة ، بل ليكون هناك فوتون أقوى من فوتون بمرتبتين او عشرة او ألف او مليون او بليون . . وهكذا .

ولكى نأخذ فكرة مبدئية عن ضآلة هذه الباقات او الفوتونات او وحدات الطاقة ، فعلى ان نذكر ان الارج الواحد يحتوى على ما يقرب من ٢٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ فوتون او وحدة ضوئية من وحدات الضوء البنفسجى ، او على ٤٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ فوتون من الضوء الاحمر ، او ما

ولا شك اننا نسمع دائما من محطات الاذاعة ان الارسل سيستمر على موجة قصيرة طولها - على سبيل المثال - ثلاثون مترا ، او متوسطة طولها ٣٠٠ مترا ، او طويلة قد تصل الى ٣٠٠٠ مترا ، فان ذلك يعنى ان هناك كميات محددة من الطاقة تثار بها اليكترونات ، فتغز من مدارها الى مدارات اعلا ، وعندما تغز عائدة الى مدارها ذى الطاقة الاقل ، فلا بد ان تتخلص مما حملت ، فينطلق منها حملها على هيئة طرود من موجات كهرومغناطيسية . . ولكل موجة تردد خاص ؛ ولكل طاقة تتوقف على شدة اهتزاز الاليكترون بما حمل ، ولهذا فان فوتونات الموجة القصيرة تتردد بمعدل يصل الى حوالى ١٠ مليون تردد فى الثانية ، والمتوسطة الى مليون ، والطويلة الى مائة ألف . . وهكذا .

وعلى الجانب الآخر نأتى فوتونات الاشعة الكونية او اشعة جاما . . فهذه قد تتردد بمعدل يصل احيانا الى ٢٢١٠ تردد فى الثانية الواحدة (أى واحد على يمينه ٢٢ صفرا . . او مائة الف مليون مليون مليون !) . . وهذا يعنى انه اقوى من الضوء العادى بحوالى مائة مليون مرة . . وتأتى بعد ذلك الاشعة السينية المدمرة التى يصل تردد موجاتها الى ٢٠١٠ او ٢١١٠ مرة فى الثانية . . والاشعة فوق البنفسجة من ١٦١٠ - ١٨١٠ مرة / ثانية . . حتى اذا ما وصلنا الى الاشعة البنفسجية * بدأت عيوننا تتقبل موجاتها و تراها ، لانها تقع فى الحدود المرسومة لمدى ابصارنا . . فنحن لا نرى الا فى حدود موجات لا تنقص أطوالها عن ٤٠٠ مللى ميكرون (المللى ميكرون = جزء من مليون جزء من المليمتر) ، ولا تزيد عن ٧٠٠ مللى ميكرون . . فنحن لا نرى الاشعة فوق البنفسجية لان شدة ترددها تقع فوق حدود العين ، أو أن طول موجاتها اقصر من ٤٠٠ مللى ميكرون ، أو أن فوتوناتها تحمل طاقات اقوى ، وقد تؤذى عيوننا لو استقبلت منها جرعات كبرى . . فعيوننا لا تتأثر بموجات أطول من ٧٠٠ مللى ميكرون (وهى حدود الاشعة الحمراء التى نراها كألوان حمراء) ، ولهذا فلا يمكن أن ترى بها . . لكن ليس معنى ذلك أن الطبيعة قد استنفدت وسائلها ، فليست العين البشرية هى الوحيدة على هذا الكوكب بل هناك عيون أخرى تستطيع ان ترى بالاشعة فوق البنفسجية ، واخرى تبصر فى الظلام الدامس بالاشعة تحت الحمراء ! .

ان التفاعل الأزلى بين طرود الطاقة وبين جسيمات وذرات وجزيئات المادة هو الذى مهد لظهور الحياة على هذا الكوكب ، وهو الذى أرسى قواعد التوازن بين ما تتقبله المادة منها، وما تتخلى وتشعه بعيدا عن تكوينها . . فعندما تصطدم الكوانتا او تلك الكميات الضئيلة المحددة من الطاقة بجسم مادى ، فانها تتوقف ، وفيه تختفى ، لكنها لا تضيع ، بل تؤدى عملا ، كان تقوم مثلا بعقد « الصفقات » الاليكترونية بين ذرة وذرة ، او جزيء وجزيء ، وذلك من خلال عملية تنشيط بالطاقة التى تخلت عنها لعالم المادة ، والتنشيط يؤدى الى حركة ، والحركة الى روابط تؤلف بين الذرات والجزيئات ، لتنشأ منها مجتمعات اكبر ، وبنيات اعقد ، هى التى تظهر فى النظم الحية على هيئة بروتينات ودهون وسكريات معقدة ، وغير ذلك من ملايين المركبات التى تترايط بالطاقات ، فاذا تفككت روابطها ، انطلقت منها الطاقات وتحورت ، لتظهر فى صور أخرى ، وهذا ما سنتعرض له بالتفصيل عندما نقدم نموذجين بيولوجيين يوضحان رحلة الطاقة بين شمس ونبات وحيوان .

* وهى اقصر موجات الضوء المنظور ، ولهذا كانت أشده ترددا ، واكبره طاقة ، هذا ويغز تردد الضوء العادى فى حدود ١٥١٠ ترددا فى الثانية ، ويتكون من سبعة ألوان من العليف .

الطاقة .. طبيعتها ومورها ومنابعها

لكن المادة عندما تتقبل طرود الطاقة ، فإنها لا تحتفظ بها كما هي ، بل نستفيد منها بنصيب ؛ ونتخلص من نصيب آخر ، فتشعه على ما حولها .. لكن ليس معنى ذلك ان الباقية او الطرد او الكوانتم من الطاقة قد نجراً الى جزئين بحيث يستفيد التكوين المادى بجزء ، ويشع جزءاً آخر ، بل يعنى انه دخل بقدره من الطاقه اكبر - وخرج بقدره أصغر ، والفرق بين ما دخل وما خرج قد احتفظ به التكوين المادى بصورة أو بأخرى .. مثله في ذلك كمثل رصاصه تنطلق بشدة نحو اسنان ، فتدخل من ناحية بقوه ، ويخرج من الناحية الاخرى بقوه أضعف ، والفرق بين طاقتها قد تحول الى هدم وسرف ودمير .. أى أنه قد ترك على هذا النظام الانسانى بصماته .. لكن هناك فرقا بين طاقه تنطلق بها رصاصه أو يندفع بها كوانتيم .. ذلك لأن الكوانتا لها طبيعه مختلفة ، ولهذا كان لا بد أن نستخدم معها لفته أخرى ، فنقول أن الكوانتا تدخل المادة بموجات أقصر ، أو تردد أكبر ، وطاقه أضخم ، وتخرج منها بموجات أطول أو تردد أصغر ، وطاقه أقل ، والفرق يظهر في كوانتا أخرى لتقوم بشغل أو عمل أو حركة أو نرابط اليكترونى .. الخ .

فالأرض مثلا تستقبل من الشمس طافات هائلة (لكنها بالنسبه لما يطلقه الشمس ليست شيئاً مذكوراً) ، ولو احتفظت بكل ما يصل اليها، لاصبحت سعيراً رهيباً ، لكن الامور تسير بحساب ، ونجرى بمعدار .. فمن الشمس تنطلق كل أنواع الموجات الكهرومغناطيسية ، بداية من الموجات القصيرة جدا ، الى الطويلة جدا ، وما بين هذه وتلك تكون موجات الضوء والحرارة ، ولا بد من تصميم يباعد بيننا وبين طرود الطاقة ذات الموجات القصيرة للغاية ، ففيها قدرات هائلة لو انها تسلطت علينا لاهلكتنا ، لكن حمدا لله ان اقام في الفضاء « مرايا » عاكسة غير منظورة ولا محسوسة ، تقوم على شكل أحزمة خاصة تمتد الى مئات وآلاف الاميال على هيئة مجالات كهرومغناطيسية تبدأ من قطبي الارض وتحيط بها وتقف كالحارس الامين الذى يوجه حوالي ٣٠٪ من الاشعاعات الشمسية المندفعة اليها ، ويغير مسارها ، ويشتتها في الفضاء مرة أخرى .. والواقع أن هذه النسبة المشتته يكمن فيها البلاء ، ويجرى في ركابها الموت والدمار .. فالكوانتم الواحد منها قد يحمل في طياته طاقة أقوى بملايين وبلايين المرات من طاقة وحدات الضوء (الفوتونات) التى تستقبلها عينونا ، وبها نرى عالمنا .

ثم تتقبل أرضنا مع غلافها الهوائى من الطاقة الشمسية النصيب الأوفى (اى حوالي ٧٠٪) .. لكن جزيئات الهواء في طبقات الجو العليا تقف بدورها لتتلقى نيابة عنا ضربات الاشعاعات ذات البأس الشديد ، وتمتص جزءا كبيرا من طاقتها الهائلة ، وبهذا تتحول الاشعة القاتلة من موجات ذات تردد عال أو طاقة أكبر الى أخرى ذات طاقة أقل ، او موجات حراريه أطول ، وبعدها يدخل الى أرضنا جزء من طاقة مناسبة ، وينعكس جزء آخر ليعود الى الفضاء ، وكانما الغلاف الهوائى في طبقاته العليا قد أصبح بمثابة مرشح كوني عظيم ليصفى ما يصل اليها من أدران الاشعة الشمسية وأخطارها ، وبما تستقيم به الحياة على كوكبنا ، وليصبح أيضا بمثابة الغلالة التى تحميها وتشتع الدفء في جنبانها .

وإذا كان تفاعل الطاقه مع المادة عملية مستمرة ومتقنة وموزونة لكى تتوازن بها الحياة على أرضنا ، فان هذا التفاعل ذاته قد تسلط على كوكبنا منذ آلاف الملايين من السنين ليصل بين شتات جزيئاتها التساردة ، ويؤلف بينها ، ويحولها من صورة الى أخرى ، لكى تصبح صالحة لبناء الخلية الأولى التى اشتق منها بعد ذلك كل هذ الطوفان الحى من المخلوقات .. وعلينا اذن أن نتعرض باختصار لهذا الحدث الهام الذى هيا الأرض لظهور الحياة .



الطاقة .. وجزئيات الحياة الأولى

رغم أن قصة ظهور الحياة على هذا الكوكب مثيرة وطويلة ، إلا أن أهم حدث فيها ، فد جاء نتيجة لتفاعل عنيف بين سيل منهمر من طاقه جبارة وبين جزئيات بسيطة مشرده من الماده ، ولقد كان جو هذا الكوكب في الازمنة الغابرة غير جوه بعد أن نشأت عليه الحياة ، وكانت بحاره وتضاريسه تختلف اختلافا هائلا عما نراه الآن .. ففي أجوائه القديمة - التي يرجع تاريخها الى أكثر من أربعة آلاف مليون عام - انتشرت غازات سامة وخانفة مثل الامونيا (النوتسادر) والميتان واليدروجين ، وعليها نسلطت ينابيع طاقة تأتيها من فوها ومن تحتها ومن بينها .. فأما التي جاءت من فوقها ، فكانت أشعة كونية وسمسية بها تركيزات عالية من أشعة جاما والأشعة السينية (أشعة اكس) والأشعة فوق البنفسجية . وأماما جاءها من تحتها فكانت مما نطلقه المواد المشعة من طاقات بأسها شديد ، وأما الذي جاءها من بينها فكان من التفريغ الكهربى بين أرضها وسحابها ، او بين سحابها وسحابها ، فيتحول هذا التفريغ الى برف وحرارة ، ليتخليا عن طاقتهما الى جزئيات ذلك الجو الكثيب الذى يدثر الأرض بفلاله قانمة من أبخرة كنيفة حجبت نور الشمس من الوصول الى سطحها عشرات ومئات الملايين من السنين ، وكان لا بد من حدود ما ليس منه بد ، فهذه الطاقات الهائلة التي تضرب جزئيات المادة ليل نهار - ولحقب طويلة جدا من الازمنة - لم تذهب سدى ، بل هيأتها ونشطتها ودفعتها دفعا للدخول فى سلسلة طويلة من التفاعلات الكيميائية التي استمرت ربما الف مليون عام أو يزيد ، وكانت النتيجة - باختصار - أن تحولت نسبة من الجزئيات غير العضوية الى جزئيات عضوية شتى ، وغسلتها مياه الامطار ، واعادتها الى البحار ، وخرج غيرها الى الهواء ، وانطلقت الطاقة ، وتكررت الامور ملايين وبلايين المرات ، وتكررت المادة العضوية على سطح الأرض .. بسيطة فى أول الامر ، ثم تفاعلت جزئياتها وتطورت ونعقدت ، وينابيع الطاقة نقلتها ذات اليمين وذات اليسار ، وكاننا نحن أمام « طبخة » كونية هائلة تجرى على سطح الأرض وفي جوها لمئات الملايين من السنين ، حتى نضجت واستوت على هيئة جزئيات عملاقة تجمعت بدورها وتفاعلت ، وعلى نفسها اعتمدت فى اطلاق الطاقة ، وبها دارت آلية الحياة .. بطيئة فى أول الامر للغاية ، ثم أسرع معدلاتها شيئا فشيئا ، وانبثق من كل هذا الخلية الأولى التي أصبحت بمثابة « آدم » الخلايا .. لكنها لا زالت خلية بدائية ، وانقسمت وتكاثرت وتوزعت وتحملت كل الظروف القاسية التي كان يتعرض لها جو هذا الكوكب وسطحه ومائه - وبدأت عمليات التطور والصلقل والتهذيب فى جزئيات الحياة الوراثة ، ولا زالت الأشعة بطاقتها المختلفة تلعب دورا أساسيا فى تحويل الخلايا من خلال معلوماتها الوراثة الكيميائية ، وبهذه العملية المستمرة تنوعت الخلايا فى ميكروب واميبا ونبات وحيوان وانسان ، ورغم أن الخلايا مختلفة فى الشكل وفى الوظيفة ، إلا انها جميعا قد نشأت من خلية واحدة .. سواء كان ذلك فى الأرحام على هيئة خلية أولى ملفحة ، او كان ذلك فى « رحم » الأرض عندما تمخضت عن بذرة الحياة ممثلة فى الخلية البدائية الأولى .

والواقع أن مثل هذه التفاعلات التي لعبت فيها الطاقات دور الوسيط بين الجزئيات ، ودفعتها الى سلسلة من الارتباطات الاليكترونية - التي لن نتوقف أبدا على هذا الكوكب - يمكن اليوم محاكاتها فى معامل العلماء وتحت الظروف نفسها التي تعرضت لها الأرض منذ آلاف الملايين

من السنين .. ومن أولى هذه التجارب ما قام به دكتور ميلفين كالين Melvin Calvin ومساعدوه في جامعة كاليفورنيا ، ففي عام ١٩٥١ وجهوا الاشعاعات ذات الطاقات العالية الناتجة من أحد المفاعلات الذرية على وعاء به ماء وبانى اوكسيد الكربون ، وحصلوا من ذلك على كميات معقولة من الفورمالين وحامض الفورميك ، ويعنى هذا أن الطاقة قد حولت الجزيئات من صورتها غير العضوية الى صورتها العضوية ، ويعنى أكثر ان الفورمالين هو البداية التى يمكن ان يتخلق منها جزيئات سكر الجلوكوز ، وهذا السكر بدرره هو وقود الحياة الذى تعتمد عليه معظم المخلوقات .

وفي عام ١٩٥٣ قام ستانلى ميلر تحت اشراف دكتور هارولد يورى من جامعة شيكاغو بخلط مركبات الميثان والامونيا وبخار الماء (وهى المركبات الثلاثة البسيطة التى كانت - على الأرجح - سائدة فى جو الارض قبل أن تظهر عليها الحياة) فى وعاء ندور فيه لتتلفى « جرمات » من الطاقة ناتجة من شرارات كهربيه تماثل التفريغ الذى يحدث فى الجو ليؤدى الى برق ورعد ، وبعد حوالي عشرة أيام قام ميلر بتحليل الخليط ، فوجد فيه جزيئات من مركبات عضوية شتى ، وكان من أهمها بعض الاحماض الامينية ، وهذه بمثابة اللبنة الكيميائية الاولى التى تترايط فى جزيئات اعقد ، فتؤدى الى تكوين البروتينات التى تهيم على عمليات الحياة فى الكائنات .

ثم تتابعت تجارب كثيرة على النمط ذاته ، مع اختلاف مصادر الطاقات وأنواعها .. فمن طاقة حراريه الى فوق البنفسجية الى سينية .. الخ ، وتمخضت جميعها عن تكوين معظم الجزيئات التى تدخل فى تأسيس حياة الخليه .. وبهذا اخرجت الطاقة جزيئات المادة من « غفوتها » وخمولها ، واعطتها قوة دافعة ، لتشق طريقها عبر ألفى مليون عام حتى يومنا هذا ، ولكن بعد أن تغير جو هذا الكوكب تغيرا جوهريا من خلال جزىء جوى استطاع أن يقتنص الطاقة الضوئية ، ويختزنها فى روابط اليكترونية بين مركبات كيميائية ، ويسلمها بعد ذلك لعجلة الحياة لتدور بها قوية دافعة فى انسان وميكروب ونبات وحيوان ولمئات الملايين من السنوات الماضية ، وربما ايضا لمئات وآلاف الملايين من السنوات القادمة ، ولولا هذا الجزىء الفريد لبقيت الارض عقيمة، ولاستمر غلافها الهوائى محتفظا بغازاته السامة والخنائقة ، ولسارت فيها الحياة بدائية مشردة فى بضع انواع من الميكروبات التى يطيب لها الحياة فى جو لو اننا تعرضنا له لبضع دقائق ، لوضع حدا لحياتنا ، لكن هذا الجزىء الهام قد غير الامور لصالحنا .

فالى صورة اخرى من صور اقتناص الطاقة الشمسية ، لتتحول فى الكائنات الحية الى طاقات اخرى ، لها مع الخلايا دورات شتى .



بطاريات حية دقيقة للطاقة انضوئية

ما كان لهذا الكوكب ان يعمر بنا أو بغيرنا لولم تنشأ عليه مصائد خاصة تستطيع ان تفتنص نررا - ولو يسيرا - من الطاقة الشمسية ، ونختزن بطريقة فعالة ، حتى لا يضيع كل شيء فى الفضاء هباء ، فماذا يفيدنا نحن لو جاءت الاشعة الضوئية والحرارية لتندفء الكوكب ، وترفع السحاب ، ونسقط الامطار ، ثم يضيع كل هذا دون أن نستفيد منه بما يكفى غذاء نملة أو صرصور ؟ .. لو أن ذلك قد حدث ، لما كان هناك هدف ، ولأصبح كل شيء عبثا فى عبث .

لكن الاسياء ظهرت بمواقيتها ، وكان لابد من تهيئة الجو المناسب ، والبيئة الصالحة لانتشار بطاريات تسمسية على سطح هذا الكوكب ، ولتكون أدق وأكفأ تصميم من « صنع الله الذى

أنقن كل شيء » ، لتسنم في أداء مهمتها دون حبل أو توقف طوال آلاف الملايين من السنين . وبهذا تحول الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية هي التي تترابط بها جزيئات هذا الوري . وهي القوة المحركة التي ادارت الآلة فطبعتم هذا الكلام ، وهي التي حرك اصابع من جمع تلك الحروف ، ومن كتب اصولها ، وهي التي تحرك الآن ما يجري في خلاياك لتفكر في معنى هذا المقال ، وعرف شيئا من أسرار هذه الطاقات التي بدخل بصورة ، وتخرج بصورة أخرى .

ولكل شيء أساس ، ولكل خلق بداية .. والبداية يظهر بسيطه ، ثم يتطور مع الزمن الى الاكفا والاحسن .. ولقد بدأت الجزيئات التي استطاعت ان تلتقط الطافة الضوئية بدايتها البسيطة منذ اكثر من ١٥٠٠ مليون عام ، وهي ما نعرفها الآن باسم جزيئات الكلوروفيل Chlorophyll التي تضيف على النباتات لونها الاخضر ، ومنتشر في داخل بنات حية دقيقة بنظام خاص ، وتصبح بمثابة بطاريات شمسية تعرف باسم البلاستيدات الخضراء Chloroplasts .. ولقد ظهرت اول ما ظهرت في الطحالب التي عاشت - وما تزال تعيش - في المياه العذبة والمالحة ، لتصبح بمثابة المراعى الخضراء للكائنات المائية الحيوانية التي تكاثرت وتزعمت وتنوعت وتطورت في عشرات الالوف من الانواع التي انقرض بعضها ، وصمد بعضها الآخر لظروف الحياة الصعبة ، ثم استمر في حياته ليكون لنا ولغيرنا لحما طريا غذاء للآكلين .

وتطورت الخلايا الطحلبية البسيطة الخضراء ، وتعقدت في أعشاب مائية ، وبعد مئات الملايين من السنين استطاع بعضها أن يهجر الماء ، ليعيش على الشاطئ ، وبه تكييف ونأقلم ، واخذ يهاجر على اليابسة من موقع الى موقع ، وبدأ وجه الارض الكالح يكتسى بالخضرة والمراعى والغابات ، وعليها ظهر طوفان من انواع الحيوانات ، وعلى مدى مئات الملايين من السنين دارت الحياة ببطارياتها ، واخذت تتناول كل عام بلايين الاطنان من مادة هذا الكوكب البسيطة الخام ، وتحولها الى حياة .. الحياة تعود الى الارض مية على هيئة خامات ، وفيها تتحلل بجيوش من الميكروبات ، وتمتصها جذور النبات ، وتعيد بناءها الى حياة .. الحياة الى خامات .. الخامات الى حياة .. وهكذا تكررت الدورة بلايين البلايين من المرات ، ولا زالت تتكرر حتى يومنا هذا .

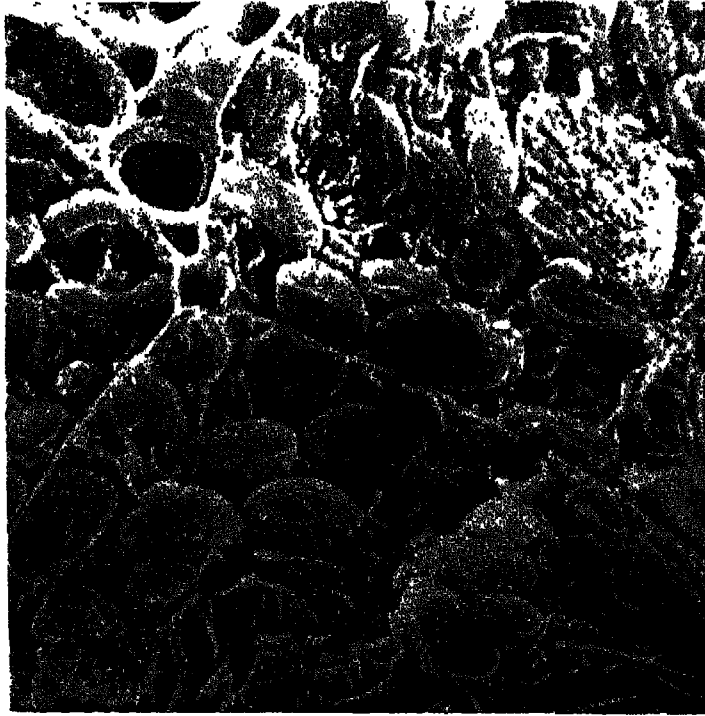
وبظهور هذه البطاريات الشمسية الطبيعية (البلاستيدات الخضراء) تغير جو الكوكب من صورته المختزلة Reducing Atmosphere التي لانساعد على الحياة (اللهم الا لبعض كائنات لاهوائية دقيقة) الى صورته المؤكسدة التي نعرفها اليوم (اى ظهور الأوكسجين) ، فحيث بدأ جو هذا الكوكب - على الأرجح - بغازات الامونيا والميثان والايديروجين وبحار الماء وربما كبريتيد الايديروجين (وكلها غازات مميتة) حدث فيه تغير تدريجي عندما بدأت النباتات الخضراء الدقيقة (الطحالب) تقوم بعملية التمثيل او البناء الضوئى Photosynthesis ، ومنها انطلق الاوكسجين شيئا فشيئا ، واكسد الغازات المختزلة فاخذت رويدا رويدا ، ثم انطلق الى طبقات الجو العليا ليتلقى نياحة عن الجزيئات التي تحته وعن مخلوقات الارض تلك الطاقات الرهيبة التي تأيننا على هيئة أشعة فوق بنفسجية ، وعندما تقبلت جزيئات الاوكسجين صدماتها العاتية نشطتها وأدخلتها في عمليات اتحاد وترايط ، لتتحول فيها نسبة من ذلك الغاز الحيوي الى غاز الازون (١٣ ← ١٢ - أى دخلت ثلاث جزيئات من الاوكسجين أم في تكوين جزيئين من غاز الازون أم) الذي ينتشر في طبقات الجو العليا حتى يومنا هذا كطبقة عازلة بين اشعاعات منهرة ، ومخلوقات حية .

وهكذا يتضح لنا هنا أيضا كيف تتعامل موجات الطاقة مع ذرات المادة وجزيئاتها لتتهيأ لتفاعلات مختلفة تنشأ منها الحياة ، ولقد استفاد علماء الكيمياء من ظاهرة تنشيط الضوء للجزيئات

الطاقة .. طبيعتها ومورها ومنابعها

الكيميائية لتدفعها الى الدخول في عديد من الفاعلات ، ومن هنا أطلقوا على هذا الفرع من فروع علم الكيمياء اسم الكيمياء الضوئية Photochemistry ، ولا يهم ان كان الضوء هنا منقورا او غير منظور - اى يقع فيما وراء حدود ابصارنا مثل الاشعة فوق البنفسجية أو الاشعة تحت الحمراء .. الخ ، وكما جاءت الحياة ببطارياتها الشمسية الدقيقة الحية من قديم الازل لتقتنص الطاقة الضوئية وتحولها الى طاقة كيميائية مخزونة ، كذلك يجيء علماء الغيزياء ليستنبطوا الخلية الضوئية Photo cell وهى التى تقوم باستقبال الطاقة الشمسية وتحولها الى طاقة كهربية أو حرارية أو أية صورة أخرى من صور الطاقة ، كما انها - اى الخلية الضوئية - تستقبل أيضا الموجات الكهرومغناطيسية غير المنظورة لعيوننا ، وتتفاعل بها ومعها ، وتحدد لنا مالا نستطيع ان نحدده أو نشعر به ونراه .. لكن لا وجه للمقارنة بين ما صنعت عقولنا ، وبين ما صنع الله .

فالبطارية النباتية الدقيقة أو البلاستيذة الخضراء تبدو تحت عدسات المجهز الضوئى كأجسام بيضاوية أو عدسية صغيرة تتوزع في خلايا خاصة تعرف باسم الخلايا الخضراء Chlorenchyma ، و احيانا ما نشاهد هذه الاجسام وهى تدور في الخلية مع مادة الحياة ، ثم وهى تتقلب لتستقبل الطاقة الضوئية على جوانبها المختلفة .. هذا ويبلغ طول كل قرص أو بطارية حوالى خمسة أجزاء من الف جزء من المليمتر ، وسمكها ما بين جزئين الى ثلاثة اجزاء من ألف جزء من المليمتر ، وتحتوى الخلية النباتية على أعداد متفاوتة من هذه البطاريات الدقيقة الحية تتراوح ما بين ١٠ ، ١٠٠ بلاستيذة خضراء (شكل ٢) .

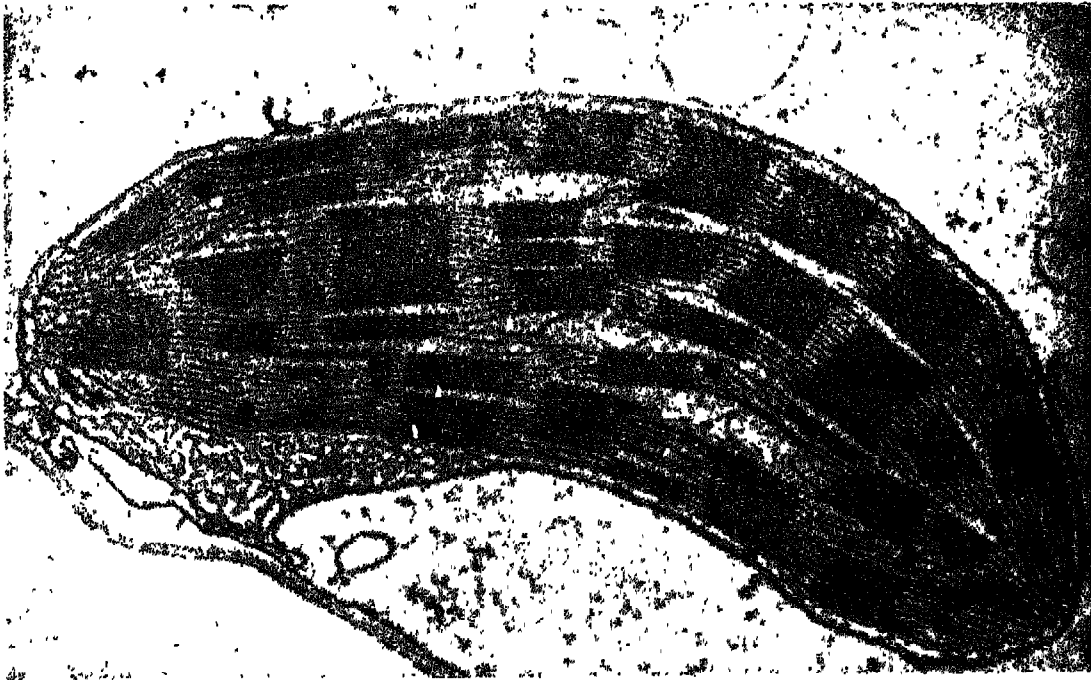


شكل (٢)

قطاع في ورقة نبات كما يظهر مكبرا تحت عدسات الميكروسكوب وفيه تظهر البلاستيذات أو « بطارياتنا » الخضراء الحية (الأجسام البيضاوية) التى تحول الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية لتبنى بها جزيئات الغذاء والكساء والدواء .. الخ .

ورغم أن هذه الاجسام الصغيرة تبدو بسيطة وهى تسبح في خلاياها ، ورغم أنها تقوم بعملها دون ضجة أو ضوضاء ، الا أن ظاهرها غير باطنها . . ففي داخلها بنايات جزيئية ، وتصميمات اليكترونية ، وتنظيمات هندسية بالفه الدقة والتعقيد حتى تنهياً لأعظم وأخطر عملية على سطح هذا الكوكب ، ولتكون الوسيط الحقيقى الذى يحول الضوء الى طاقة حياة تتجلى في كل الخلايا - من أول الميكروب الى الانسان . . ولقد أوضح لنا الميكروسكوب الاليكترونى جزءا كبيرا من التصميم الدقيق الذى قامت به هذه البطاريات وسارت في طريقها المرسوم لتمنح هذا الكوكب كنوزا من الطاقة المختزنة ، ثم تعاون علماء البيولوجيا والكيمياء التحليلية والحيوية والفيزياء البيولوجية Biophysics على التعمق في تحليل اجزاء تلك البطارية التى تقع فيما وراء حدود عيوننا الطبيعية « والصناعية » (أى الميكروسكوب الضوئى والاليكترونى) فاذا بنا نقف امام عالم مليء بالروعة والإبداع ، ورغم ان سمربحوتنا المضية في هذه البطارية الحية ترجع الى عشرات السنين ، ورغم أن حصيلتنا العلمية منها هائلة ، الا ان كل أسرارها العميقة لم تتكشف لنا بعد ، اذ لو تكشفت ، لاستطعنا ان نحاكى الحياة في فكرتها ، ونسيطر على تحويل الطاقة الشمسية الى طعام للأفواه الجائعة !

ويدون الدخول في التفاصيل التى تحتاج الى أساس عميق في علوم الفيزياء والبيولوجيا والكيمياء ، نستطيع ان نقول ان البلاستيده او بطاريتنا الضوئية الحية بنائة صغيرة مستقلة من داخل بنائة أكبر (أى الخلية) . . لكن البنائة الأصغر تتكون بدورها من بنايات أدق ، وتصميمات اضعف ، لتبدو أمامنا كطبقات او صفائح لاتستطيع الصورة ان توضح معالمها الدقيقة ، رغم أن قوة التكبير فيها تصل الى حوالى ٣٢ ألف مرة (شكل ٣) .

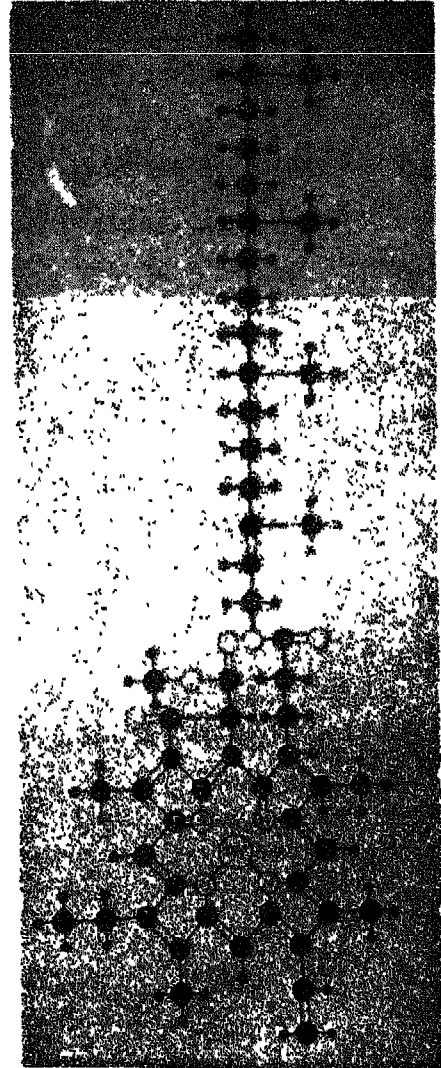


شكل (٣) بلاستيده أو بطارية ضوئية حية كما تظهر في قطاع الميكروسكوب الاليكترونى على هيئة طبقات من فوق طبقات . . او صفائح حيه جد رقيقه تتكون من بنايات من داخل بنايات لكن الكبير (حوالى ٢٥ ألف مرة) لا يستطيع ان يظهر تفاصيلها الدقيقة .

الطاقة .. طبيعتها ومورها ومنابعها

ومع ذلك ، فلقد استطاع العلماء ان يلتقطوا صوراً تصل قوة التكبير فيها الى أكثر من مائتي ألف مرة ، وعندما فحصوا تفاصيلها الدقيقة ، بين أن الصفائح بدورها ليست الا بنايات جزيئية عملاقة (والوصف هنا نسبي) تفاس أطوالها وسمكها بالانجستروم (الانجستروم وحدة قياس ذرية وجزيئية تساوي جزءاً من عشرة ملايين جزء من المليمتر) وفي هذه البنايات الذرية يتراءى لنا حقا جمال التنسيق ، وجلال البناء .. فجزيئات الكلوروفيل هي التي ستتعامل مع وحدات الطاقة الضوئية ، ولا بد من تصميم خاص على مستوى بناء الجزيء ذاته ، ثم انتظامه بعد ذلك في صفوف متراصة بين طبقات من بروتين ودهون ، الا اننا لم نستطع حتى الآن ان نتوصل الى معرفه التفاصيل الدقيقة لهذه البنايات الجزيئية ، ولماذا أخذت هذا الوضع ، او تراصت بهذا الترتيب .

فجزيء الكلوروفيل (شكل ٤) يبدو امامنا وكأنما له رأس وذنب ، وتتمركز في الرأس ذرة ماغنسيوم ، وحولها بنائة ذرية تتكون من نيتروجين وكربون وايدروجين واوكسجين ..



شكل (٤) - هذا التنظيم الهندسي البديع نموذج لبنائة جزيئية تمثل جزيء الكلوروفيل المسئول عن تضخم عملية تتم على سطح هذا الكوكب « لاصطياد » الطاقة الضوئية لتنطلق بها كل الكائنات الحية (الجزيء يتكون من ذرات كربون تظهر كدوائر سوداء كبيرة ، وذرات ايدروجين كدوائر سوداء صغيرة ، وذرات اوكسجين كدوائر بيضاء ، وفي مركز « رأس » الجزيء ذرة ماغنسيوم Mg ، وحولها أربع ذرات نيتروجين N) .

وحول نوى هذه الذرات تطوف اليكترونات في مدارات ذات مستويات محددة من الطاقه ، وعندما تسقط الطاقة الضوئية على ورقة نبات ، تنهمر الفوتونات او الكوانتا ذات الطاقات المختلفه على الاليكترونات التي تدور في مداراتها الثابته . وتتخلى لها الفوتونات عن طاقتها التي كانت بها تجرى ، ويحمل كل اليكترون الطاقة التي اصابه حملا ثقيلًا ، وبها يقفز من مداره الى مدار اعلى واوسع ، وكانما هو يخرج من ضنكه الى فرج ، لكن ذلك الحمل الثقيل لن يستمر طويلا ، فبعد اقل من جزء من مائه مليون جزء من الثانية يعمر الاليكترون الذي « هاجر » ليعود الى موطنه او مداره الاصلى ، وفي اللحظة ذاتها يتخلى عن الطاقة التي استقبلها ، فتفتر هذه بدورها عليها تهرب ، لكن هذا التشييد المنظم قد صمم بطريقه فذة ليمنعها من الهرب ، والى هذه النقطة بالذات لانعرف يقينا ما يحدث بعد ذلك . . وكل ما نعرفه ان الطاقه تختفى فجأة في هذه الفترة الوجيزه للغاية والتي يطلق عليها فترة التفاعل الضوئى **Light Reaction** لتظهر في تفاعلات كيميائية تتم في الظلام **Dark Reaction** ، وتتحول الى روابط اليكترونية - غنية بالطاقة - في جزيئات خاصة اسمها ثلاثى فوسفات الاديوسين ، وعندما تفرغ هذه الجزيئات شحنتها ، ينكسر الرابط الاليكترونى ، ويتفكك الجزيء الى فوسفات ونائى فوسفات الاديوسين وطاقة متحررة ، ويعاد الثنائى الى البطارية الحية ويتحول الى ثلاثى ، وينطلق ليفرغ ، ويعود لي شحن . . وهكذا تتكرر عمليات الشحن والتفريغ ملايين البلايين من المرات في كل ثانية تمر من عمر ورقة نبات . . ومن وراء ذلك فوتونات ضوئية تثير اليكترونات في ذراتها ، فتقفز من مداراتها ، وتخلق بذلك - في تلك البطارية الدقيقة - تيارا اليكترونيا ضعيفا يترك جزيئات الكلوروفيل في ومضة خاطفة واليه يعود مرة اخرى . . وكانما نحن امام اصابع كثيرة غير منظورة تنهمر على اوتار آلة موسيقية ، ليخرج منها نغم له معنى . . وكذلك تعزف الطاقة مع المادة لحن الحياة ، ليخرج من ذلك غذاء لبلايين البشر ، وملايين البلايين من الكائنات الاخرى التي تنتشر على هذا الكوكب !

والواقع ان النبات يستهلك في عملية البناء الضوئى غاز تانى اوكسيد الكربون والماء ، وبالطاقة ينشق الماء الى شقين ، احدهما ايدروجين والآخر اوكسجين ، والغريب ان انشقاق الماء على هذه الصورة يحتاج الى درجة حرارة تصل الى حوالى ثلاثه آلاف درجة مئوية ، لكن بطاريتنا تقوم بهذا العمل العظيم دون ضجة او ضوضاء . . ويتصاعد الاوكسجين الى الهواء ، ويتجه الايدروجين الى غاز تانى اوكسيد الكربون ليختزله (اى يزيح منه جزءا من اوكسيجينه ويحل محله) . ومن خلال سلسلة من العمليات الكيميائية المعقدة - التي لاتستمر الا ثوان معدودة - نحصل على جزيئات سكر جاهزة ، بها طاقات مختزنة ، وقد تنطلق طاقتها بعد قليل ، او قد تختزن فيها للملايين السنين - كما هو الحال في الوقود الحفري الذى نستخلصه من باطن الارض على هيئة غازات طبيعية او فحم او بترول ، فعندما تحترق هذه بدورها ، فان ذلك يعنى اننا قد حررنا الطاقة الشمسية التي « اعتقلها » النبات في جزيئات كيميائية منذ عشرات او مئات الملايين من السنين ، واحتفظت بها الارض في باطنها ، حتى نأتى لنستخرجها ونعيدها سيرتها الاولى . . اى غاز تانى اوكسيد الكربون وبخار ماء وطاقة ، لتعيد نباتات اليوم بناءها من جديد .

وبالرغم من ان النباتات الخضراء لاستهلك من الطاقة الشمسية الواصلة الى ارضنا الا حوالى ٢٤٪ (ربع فى المائة فقط) الا ان هذه النسبة الضئيلة تمثل لنا اعظم واكبر عملية انتاجية تتم على هذا الكوكب . . فالعالم النباتى **رابينوفيتش Rabinowitch** يقدر ان كل

ثم دفنتها الأرض بين طبقاتها على هيئة حفريات غازية وصلبة وسائلة ، وهو ما نطلق عليه اسم **الوقود الحفري Fossil Fuels** الذى يشكل الآن مخزوننا هائلا تصل كمية الكربون فيه الى أكثر من ٥٠ ضعفا من الكربون الموجود فى كل الكائنات الحية على سطح هذا الكوكب .

ففي جوف الأرض تكمن جبال من الفحم النباتى والحيوانى نصل الى حوالى ٧٥٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ طن ، لم يستهلك منها حتى الآن سوى ٢٥٪ ، وبحار من البترول نستخرج منها فى أيامنا الحاضرة ما يقرب من ١٣.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ برميل سنويا ، وتزيد هذه الكمية بنسبة ٧٪ كل عام ، وهذا يعنى ان ما يحصل عليه الانسان سوف يتضاعف كل عشرة أعوام ، ومع ذلك فلا يزال لدينا مخزون يصل الى أكثر من ١٥.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ برميل ، لم نستهلك منه فى كل السنين الماضية الا حوالى ٢.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ برميل (أى حوالى ١٣٪ فقط من المخزون) ، ومن الغازات الطبيعية ما يقرب من ١.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ قدم مكعب (أى ١٠ كوادربليون) ، لم نستهلك منها الا ١٥٪ . وقد تزيد هذه التقديرات عندما يتوصل الانسان الى اكتشاف منابع جديدة باستخدام وسائل الرصد الحديثة .

والواقع ان عملية تحويل الكائنات الميتة الى وقود عضوى عملية بطيئة جدا * ، لكن أعطاها عمرا ، تعطيك كميات هائلة من مصادر الطاقة تقدر ببلابين بلابين من السعور الحرارية او الكيلو واط او الوحدات الحرارية البريطانية او القدرات الحصانية ، او غير ذلك من قوى دافعة لحضارتنا الحالية التى تتبع أساسا من بقايا طاقة شمسية اصطادتها النباتات القديمة ، وعاشت عليها الحيوانات القديمة كذلك ، وحفظتها الأرض فى طبقاتها من التحلل حتى جئنا اخيرا لنستخرجها بعد عشرات ومئات الملايين من السنين على هيئة جزيئات مشحونة بطاقات .



((دينامو)) الطاقة البيولوجية : الميتوكوندريون

الحياة التى تسرى فى داخلنا ، كالحياة التى تجرى حولنا .. انها اخذ وعطاء .. هدم وبناء .. ارتباط وانفصال .. أكسدة واختزال .. تبسيط وتعقيد .. فقد اليكترونات او تقبلها ، اضافة أو كسجين أو دخول ايدروجين .. الخ .

والواقع ان عمليات الحياة تقوم أساسا على أمرين رئيسيين: أكسدة واختزال .. فالأكسدة تعنى ارتباط ذرة من أو كسجين أو أكثر بأحد المركبات ؛ لكنها تعنى أيضا أن تفقد الذرة أو الجزيء اليكترونا أو أكثر .. فالإيدروجين مثلا ذرة متعادلة ، لأنها تتكون من نواة بها بروتون يحمل شحنة كهربية موجبة ، ويدور حولها اليكترون يحمل شحنة كهربية سالبة ، وهذه تساوى تلك تماما ، ومن أجل هذا كان التعادل .. فاذا فقدت ذرة الأيدروجين اليكترونها السالب اكتسبت صفة الايجابية وكتبها هكذا : يد + (أى أيون ايدروجين موجب لأنه فقد الشق السالب) ، واذا فقدت ذرة الحديد المتعادلة اليكترونين وكتبها هكذا : ح ++ ، واذا فقدت ثالثا أصبحت ح +++ ، واذا عادت اليها اليكتروناتها الثلاثة المفقودة بشحنات ثلاث سالبة ، فان هذه تطمس تلك ، وتعود الى ذرة حديد متعادلة « ح » (رمز الحديد الكيميائى) .

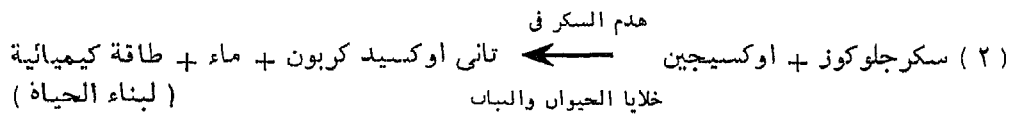
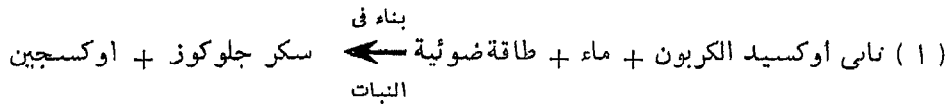
* **الواقع ان هذه العملية لاتزال سارية حتى اليوم ، ويقال انه يتكون منها سنويا حوالى مليون برميل من الكائنات البحرية فقط التى تسقط الى الفاع ، وتقع تحت ظروف مناسبة لتحفظها من التحلل .**

الطاقة .. طبيعتها وصورها ومنابعها

فعملية البناء والنمو في الكائنات الحية تحتاج الى طاقة .. والنبات يستخلص طاقته الأساسية من الأشعة الشمسية ، وبها يتسحق جريثانه ، ولا بد أن يستهلك جزءا منها في عمليات البناء والترميم والنمو والتنفس .. الخ والباقي يختزبه في سماره وبدوره وسيقانه وجذوره . ويأتي الانسان والحيوان ليطو على مخزون النبات ، ولكي يسفد من الطاقة الحبيسة في الجزئيات ، فلا بد من وجود مرفق يحرقها أو يؤكسدها لكي تتفك الروابط وينطلق ما حبس فيها من طاقات ، وكلما كان الاحتراق كاملا ، كانت الطاقة الناجمة ذات كفاءة عالية (لأنها بذلك ستفيد من نكفيك اكبر عدد ممكن من الروابط الالكترونية) .

وكما جاءت البلاستيدات الخضراء في النبات كبطاريات دقيقة لتعتقل الطاقة ، جاءت أيضا الميتوكوندريا Mitochondria في كل الكائنات الحية - من نبات وحيوان - لتحرر الطاقة في عمليات احتراق يلعب فيها الاوكسجين دورا هاما . فكما أن آلات الاحتراق والافران لا تشتعل بدون هواء يغذيها (الاوكسجين هو الاساس) ، كذلك لن تشتعل جذوة الحياة في المخلوقات بدون عملية تنفس تدخل فيها الاوكسجين ، كبدابة ، وبخرج على هيئة ناني اوكسيد الكربون كنهاية ، ثم يصبح ناني اوكسيد الكربون في النبات كبدابه ، والاوكسجين كنهاية .. اي ان البداية والنهاية تدوران في دورات لا تتوقف ابدا ، ولو توقفت لانت الحياة الى نهايه اكيدة .

فحيث يستفيد النبات بفاز ناني اوكسيد الكربون والماء والطاقة الشمسية في عمليات بناء الجزئيات العضوية ، كان لا بد أن ينتج معها « الشعلة » الخفية التي تحرقها وتؤكسدها ونهدمها ، ثم تعيدها سيرتها الاولى .. اي غاز ناني اوكسيد الكربون وبخار ماء وطاقة كيميائية يستفيد بها الكائن الحي في حياته .. وعلى هذا الاساس كانت هناك دورتان متلازمتان ، يمكن التعبير عنهما بمعادلتين أساسيتين مبسطتين :



والواقع أننا نستطيع ان نحرق كيلو جراما من السكر ، ليتحول الى دخان وبخار ماء ، وطاقة حرارية ، وكلما كان الاحتراق تاما وكاملا ، فان الدخان يختفي ، ويحل محله ناني اوكسيد الكربون . وتنطلق طاقة اكبر ، لكننا لا نستطيع ان نستفيد بهذه الطاقة بالكفاءة ذاتها التي صممتها الحياة من أجل كائناتها .. فمن المبادئ المعروفة ، والمميزات المطلوبة في اية آلة من الآلات ان تستفيد من الطاقة المتحررة بأعلى كفاءة ممكنة ، ولهذا فان الانسان لم يتوقف عن السعي لاتقان تصميماته ، وتطوير آتانه ليستفيد بأكبر قدر من الطاقة ، ومع التقدم الكبير الذي وصلنا اليه في هذا المضمار ، فاننا لم نستطع ان نتوصل الى ما وصلت اليه كفاءة الآلة الدقيقة التي تدير الخلية الحية .. فالنسيج .. فالعضو .. فالكائن الحي .. انسانا كان ذلك أو حيوانا أو نباتا .. فرغم اختلاف الكائنات شكلا وطبيعة وتكوينها الا انها نشترك جميعا في وحدة واحدة .. هي وحدة الخلية .. ورغم اختلاف الخلايا كذلك من حيث الحجم والوظيفة والشكل ، الا انها تشترك في مرافق أساسية .. ومن هذه المرافق مرفق الطاقة ، او الدينامو الذي يستخلصها من السكر ، ويشحن

بها بطاريات جزئية أدى ، ونعرفه باسم الميتوكوندريون أو محطة القوى الخلوية التي تنتشر بالعشرات والمئات في كل خلية من الخلايا ، وبكفاءة تفوق كل ما نعرفه عن اطلاق الطاقات في اختراعات الانسان وتصميماته .

ومرافق الطاقة أو الميتوكوندريا - وهي كلمة يونانية من شقين : **ميتوس Mitos** بمعنى خيط ، و**كوندروس Chondros** بمعنى حبيبة ، أي الخيوط الحبيبية - قد لوحظت لأول مرة تحت عدسات المجهر كأجسام دقيقة ، لكن أحدا لم يعرف سر وجودها ولا أهميتها الا بعد مزيد من الدراسات والفحص بالمجاهر الاليكترونية . . وعندئذ وضحت الصورة البديعة لهذا البناء الذي لا يقل اثاره من بناء البلاستيدات في النبات . . لكن لكل منهما تصميمها وهدفا محددا لينبأ لا صفقات الطاقة .

والواقع ان الحياة لا تحابى أحدا ولا تجامله . . فالكل سواسية فيما يحصلون عليه من طاقات ، ولهذا جاءت التصميمات لتساير ظروف الخلايا . . لا مستوى المخلوقات . ومع ان اشكال محطات القوى مختلفة ، وأحجامها متفاوتة ، وتفاصيلها متباينة (شكل ٥) الا ان الفكرة فيها جميعا واحدة ووقودها واحد ، ونفايات احتراقها واحدة ، فاذا دفعنا الى « أفران » الحياة بالخامة المناسبة على هيئة سكر ، فانها تتناوله في سلسلة من عمليات الاكسدة أو الاحتراق التي حيرت بأسرارها العلماء ردحا طويلا من الزمان .



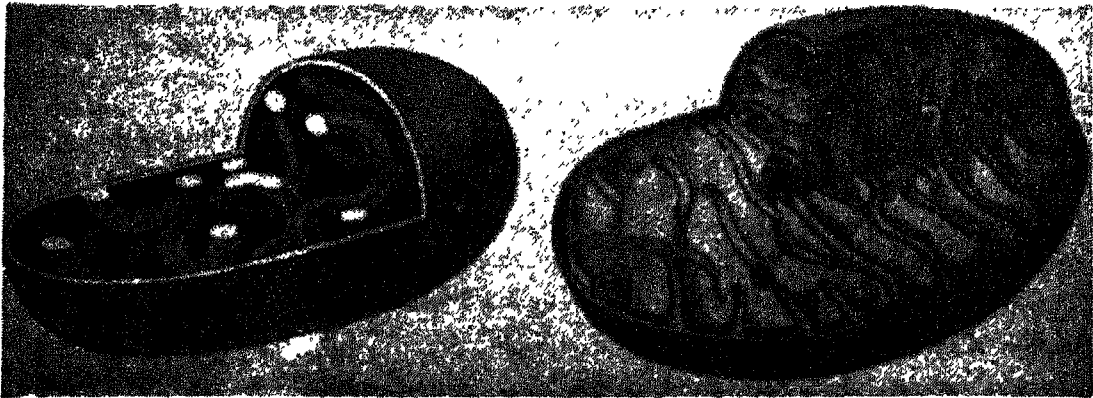
شكل ٥

شكل (٥) رسم توفيقى لطرازات عديدة من الميتوكوندريا أو محطات استخلاص الطاقة البيولوجية الدقيقة كما كشفت عنها الدراسات في الخلايا المختلفة (لاحظ أن الميتوكوندريون) الذي يزدهم بالأنشوية أو خطوط التنشيل الخاصة بهدم السكر يوجد في الخلايا التي تتطلب بنبوا كبيرا من الطاقة مثل خلايا عضلات القلب) .

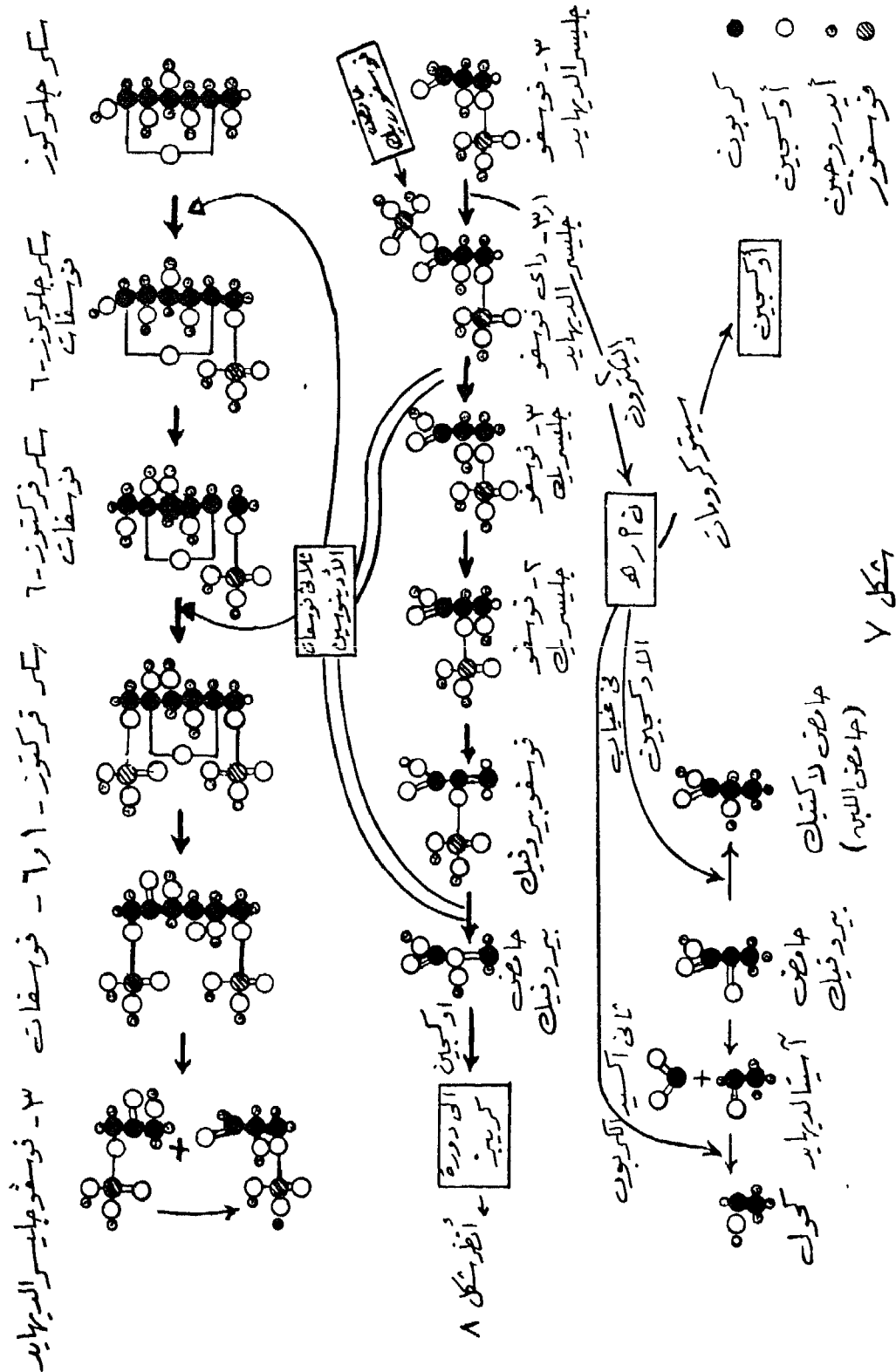
لكن يجدر بنا أن نتعرض باختصار لتكوين الميتوكوندريا .. ففي التصميمات الدائرية أو البيضاوية يتراوح قطر الواحدة منها بين ٠.٢-١ ميكرون ، ويصل طولها في التصميمات الخيطية ما بين ١-٧ ميكرون (الميكرون جزء من الف جزء من المليمتر) .. وتحيط كل محطة قوى نفسها بسورين رقيقين ، شيئا بطريقة خاصة لا زالت تثير جدلا ونقاشا بين العلماء ، هذا ويبلغ سمك كل سور حوالي ٧ ميللي ميكرون (جزء من مليون جزء من المليمتر) ، وتفصلهما مسافة تقدر بحوالي ٦ ميللي ميكرون ، وفي حين يبدو السور الخارجي أملس القوام ، مستقيم البناء ، نرى السور الداخلي يتعرج وينحني في انثناءات داخلية قد تمتد وتتفرع لمسافات طويلة حتى تستفيد من الفراغات الداخلية قدر المستطاع (شكل ٦) .. لكن الذي يحدد ذلك هو العبء الواقع على هذه المحطات في طلب المزيد من الطاقة (مثل خلايا باعضلات القلب) .. وعلى هذه الجدر أو الأسوار الداخية الرقيقة تتراص جيوش هائلة من الجزيئات المتخصصة في « حلب » الطاقة من مصادرها في سلسلة من الخطوات الكيميائية التي تتم في دقائق متلاحقة ، كأنما نحن نعود مرة أخرى الى خطوط التشغيل في المصانع الكبرى ، حيث يقف العمال المتخصصون في انجاز أعمال محددة في السلعة المنتجة .. أو كأنما نقف كذلك أمام البلاستيدات الخضراء وهي تخزن الطاقة في جزيئات ، لكن العملية هنا معكوسة ، لأن الميتوكوندريون يتناول سكر الجلوكوز - الذي ربطته بطاريات الحياة وشحنته بالطاقة - ويقوم بتفكيكه في خطوات متتابعة كذلك .

يعنى هذا أن محطات القوة البيولوجية في الخلايا لا تحرق وقود الحياة كما يحدث ذلك في الافران والآلات لتنتج حرارة ، تمتصها جزيئات ، تنكسبها طاقات ، لتدفع بها آلات .. فتلك في الواقع أفكار بدائية جدا اذا ما قورنت بالفكرة التي تقوم عليها أعمدة التشغيل في الميتوكوندريا ، إذ لو اشتغلت الحياة بنفس الفكرة التي يعمدها المهندسون في تشغيل آلاتهم ، لاحتقرت المخلوقات وتفحمت .. صحيح أن « العادم » من وقود الحياة ووقود الآلات واحد (ثاني أوكسيد كربون وبخار ماء وطاقة) ، الا ان الهدف الاساسي من انتاج الطاقة ليس بغرض تسخين الخلية أو تنشيطها بطاقة حرارية ، أو لتوليد غاز وبخار لدفع مكبس ميكروسكوبي لإدارة آلية الحياة .. بل هي أعظم من ذلك وأجل .

لكننا لا نستطيع أن نتعرض هنا للتفاصيل البيولوجية التي تؤدي الى انتاج الطاقة ، ولا للتنظيم الذي تتواجد عليه البنائات الجزيئية المسؤولة عن ذلك ، لأن هذا يحتاج الى صفحات كثيرة ، أضف الى ذلك أن الموضوع لا يزال بزخر بمتاهات وأسرار لم تكتشف بعد ، لكن يكفي ان نذكر ان الروابط الكيميائية التي جاءت بها جزيئات الطعام التي تناولناها على هيئة سكريات ونشويات ودهون وبروتينات .. الخ ، وبالهضم تحللت الى وحداتها الأولية البسيطة - أي سكر الجلوكوز والفركتوز والجالاكتوز .. الخ والاحماض الامينية والعضوية والدهنية البسيطة - سوف تتوجه مع تيارات الدم الى الخلايا ، ومن الخلايا الى محطات القوى .. وفي محطات القوى تتناولها (السكر هو الوقود المفضل للحياة) الخمائر أو الانزيمات المتنوعة والمتخصصة بمساعدة جزيئات أخرى تعرف باسم الانزيمات المرافقة أو المساعدة Coenzymes والتي يقف معها أيضا في ساحة العمليات جزيئات تعرف باسم مستقبيلات الأليكترونات وما تحتها (مثل مركبات تعرف باسم فلافين ادينين واى نيوكليوتيد FAD ، ونيكوتيناميد ادينين واى نيوكليوتيد NAD وسيتوكروم ١ ، ب ، ج .. الخ) ، ومع هذه وتلك تقف جزيئات بروتينية وسيطة في ادارة مرفق الطاقة ، أو تهيئة السكر وادخاله الى « فرن » الحياة بطراز آخر .. وباختصار ، فنحن نقف امام عالم مثير فيه من الإبداع والتنظيم ما تتوه فيه العقول .

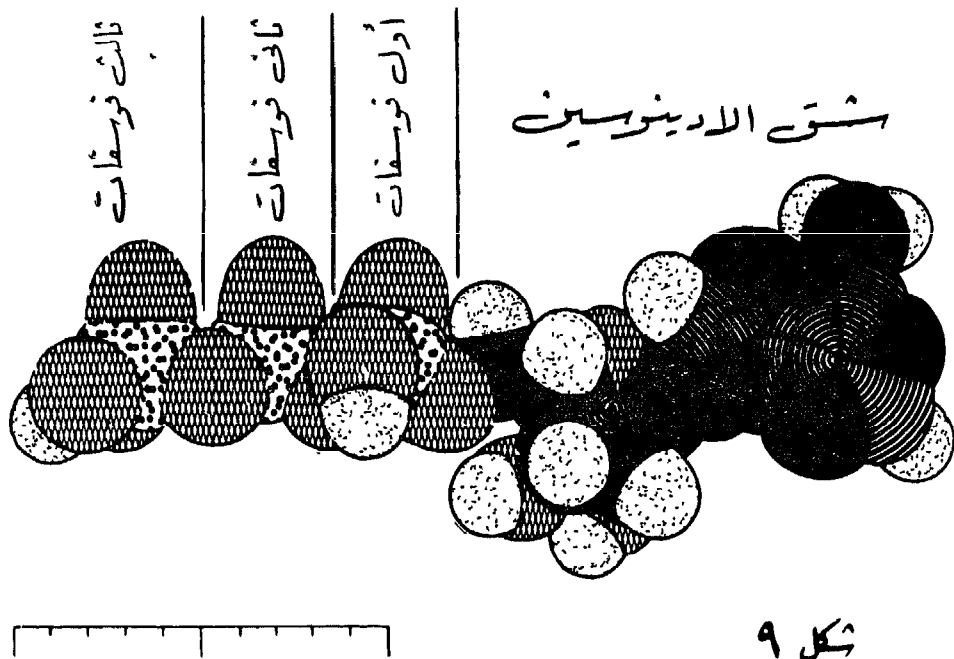


شكل (٦) في الصورة العليا قطاع رقيق في خلية حية وهي تبدو هنا مزدحمة بعدد من الميتوكوندريا كما يوضحها لنا الميكروسكوب الاليكتروني ، وفي الصورة السفلى نموذجان مختلفان لتوعين من الميتوكوندريا ، فالذى الى اليمين ذو شعيات تشبه الطرقات ، والذي الى اليسار من النوع الانبوبي المداخل ليشغل حيزا كبيرا .



شكل (٧) في هذه الدورة يدخل جزئ الجلوكوز على خطوط تشغيل كيميائية خاصة ، حيث تتناول آليه الحياة في سلسلة من المفاعلات التي قد لا تهتم كثيرا ، لكننا فعدنا لك هنا نموذجا من هذه الهندسة الجزيئية لتلقى عليها نظرة خاطفة لترى فيها جزءا ضئيلا من ابداع الحياة ، وما خفي كان اعظم .. وينتهي تحطيم الجزيء حتى حامض اسمه بيروفيك ، ومن هنا تسير العملية في طريقين : طريق تخميري في غياب الاوكسجين حيث يتحول الحامض الى حامض لاكتيك وقد يتجمع في عضلاتنا ويسبب فيها وجعا ، او قد يتحول الى كحول كما في الخميرة .. وفي وجود الاوكسجين يسير في دورة اخرى موضحة بشكل ٨ .

الطاقة .. طبيعتها وصورها ومنابعها



شكل (٩) نموذج لجزيء ثلاثي فوسفات الأدينوسين وهو بمثابة العملة الموحدة للطاقة في كل الكائنات الحية من أول الميكروب حتى الإنسان .. لاحظ أن يسار الجزيء يتكون من ثلاث روابط فوسفورية .. أقصاها يسارا هو أعتاها بالطاقة ، ولهذا ينشئ كثنى فوسفات ويحمل بطاقته بواسطة جزيئات وسيطة حيث يرتبط بطاقته العالية مع جزيئات أخرى تحتاجها لتنشط وتدخل في سلسلة من التفاعلات .. والواقع أن هذا الجزيء يشحن في مولدات الطاقة باستمرار ، ويفرغ شحنته للعمليات التي تحتاج طاقة ويعود لي شحن .. وهكذا .

أين يذهب كل هذا الطعام ؟

وكما تقوم الحياة على عمليات بناء تتبعها عمليات هدم ، كذلك سارت المخلوقات على أساس أن هناك أكلا وماكولا ، وكل من أكل سوف يؤكل بعد حين ، ومن وراء ذلك سعي دائم من المخلوق للحصول على مصدر من طاقة يقيم بها أود حياته .

فالإنسان يتناول يوميا - في المتوسط - ثلاث وجبات من الطعام ، وقد يبلغ من العمر مائة عام ، ولو استفاد بكل ما اكل ، لبلغ من الوزن أطنانا ، ولجاوز الانسجار طولا . . لكن ذلك لا يحدث بطبيعة الحال ، فمعظم الكائنات الحية يتوقف نموها بعد فترات تختلف من مخلوق الى مخلوق ، وفي مرحلة النمو تجرى فيه عمليات البناء والهدم ، ولا بد أن تكون الاولى أكبر من الثانية ، والا لما زاد في الوزن . . وبعد أن يتوقف النمو ، يثبت وزن المخلوق عادة ، رغم أنه لا يزال يتناول يوميا عدة كيلو جرامات ما بين طعام وشراب . . بعضه يستفيد به في عمليات الترميم والبناء والتجديد في مرافق خلاياه ، والجزء الأكبر يستهلكه كوقود يشعل به جذوة الحياة ، ويستخلص الطاقة من عملية أكسدة واختزال تجرى في جسمه ليل نهار ، ومن أجل هذا كان على الإنسان البالغ أن يستنشق كل عام ما بين اثني عشر الفا الى أربعة عشر ألف لتر من الهواء ، او بمعدل خمسة ملايين لتر في العام الواحد ! . . ورغم أن الهواء بمعايرنا أرخص ما في الوجود ، الا أنه بمعايير الحياة أغلى ما فيها ، فتوقف التنفس لمدة ثلاث دقائق وعدم امداد خلايا المخ بتموينها العاجل من الاوكسجين ، يصيبها بضرر بالغ ، بحيث قد يؤدي هذا في أغلب الاحيان الى ان يفقد المخ سيطرته على الاجهزة الحيوية في الجسم ، فتتوقف الحياة . . وتلك نتيجة طبيعية لعدم تحرير الطاقة اللازمة لهذه الخلايا الثمينة ، ومن هنا كانت هي أهم ما يعتمد عليه المخلوق لتطلق فيه شرارة الحياة .

وكل المخلوقات التي تعيش على هذا الكوكب تستهلك كميات هائلة من الاوكسجين (عدا قلة قليلة من ميكروبات لاهوائية) ، وهذا يعني فقدا هائلا في المادة العضوية التي تحصل عليها وتهضمها وتمتص من عناصرها خيرة ما فيها ، ثم تحرق منها نسبة كبيرة كي تحرر طاقتها ، وبها تنشط وتكد وتعيش لتلتهم وتبني وتهدم . . والغاية المثلى من كل هذا هو الحصول على طاقة بيولوجية تمنحها الحياة ، ومن هنا كان الدافع الازلي الذي سيطر على كل المخلوقات لتأكل وتؤكل . .

لكن الأمور ستتضح أكثر عندما نتعرض لاقتصاديات الطاقة وهي تنتقل من كائن الى آخر بداية من طحلب دقيق يعيش في مياه البحار الى إنسان يجلس الى مائدة ليتناول وجبة من سمك . . فلكي يحصل على مائة جرام صافية من سمك التونة مثلا ، ويتناولها كطعام ، فانه لا يستفيد منها الا بحوالي عشرة جرامات ، والباقي يذهب على هيئة نفايات واستهلاك لكي يحصل على الطاقة . . لكنه قد لا يدرك أن هذه الكمية الصغيرة من سمك التونة ، والكمية الاضغر التي استفاد بها في ترميم وبناء خلاياه قد جاءت أساسا من ألف كيلو جرام من « المراعي » البحرية الدقيقة التي تتواجد في الماء على هيئة طحالب ، وتحصل على طاقتها من الأشعة الشمسية ، وبها تبني مادتها الحية ، ومع عمليات البناء تسير عمليات الهدم ، والهدم ينبع أساسا من عمليات الأكسدة ، وهذه تعنى تنفسا ، والتنفس قد يستهلك ٩٠٪ من المادة الحية لهذه الكائنات ، لكن ذلك أمر حيوي لاطلاق الطاقات .

ولو تركت الطحالب لتتكاثر بدون حساب ، لاستنفذت معظم العناصر الحيوية في مياه البحار والمحيطات ، وكان لا بد أن نؤكل ، لتسير في رحلة طويلة ، ونأتي كائنات حيوانية دقيقة لتأكلها ، وتفكك روابط جزيئاتها ، وبحصل على الطاقة المخزونة فيها ، وبها تنمو وتتكاثر لتصبح وجبة غذائية لحيوانات قشرية صغيرة (كبراغيث الماء) . فهذه تعيش على الطحالب او على الحيوانات الاولية بما اكلت ، فتبنى القليل ، وتهضم - للحصول على الطاقة - الكثير ، ثم تأتي الاسماك الصغيره ، لتأكل الحيوانات القشرية بما اكلت ، وعلى نفس الوتيرة تسير كما سار غيرها من قبل ، ثم تأتي الاسماك الكبيرة ، لتأكل الصغيرة بما اكلت . ونأتي نحن في النهاية لنصطاد الاسماك الكبيرة التي كونت لحمها من كل كائن اكل ما قبلها . . وفي كل الحالات يستهلك الأكل الكثير من المأكول ، لأن الهدم هو العملية السائدة ، ولا بد ان يكون الامر كذلك ، فلا بناء بدون طاقة ، ولا طاقة بدون هدم .

هذا ويضيف س . م . يونج في بحث منشور بعنوان « الغذاء من البحر » - الى ما سبق ان ذكرناه - أن ما نحصل عليه من البحار والمحيطات كثرة سمكية صالحة كطعام يصل الى حوالي ٤٠ مليون طن في العام ، لكن التروة الاصلية تصل سنويا الى ألف مليون طن ، وهذه قد استهلكت حوالي مائة ألف مليون طن من الطحالب التي تتكون كل عام بمساعدة الطاقة الضوئية في عملية التمثيل الكلوروفيلي . . أي أن الاستفادة الحقيقية لا تتجاوز ١٪ ، والباقي يستخدم في انتاج الطاقة ، أو يخرج على هيئة نفايات .

وهكذا يتضح لنا أن الحياة تعيش على حياة أخرى ، مهما كان شكلها وحجمها ونوعها ودرجتها في كادر المخوقات ، ولا بد - والحال كذلك - أن يكون العرض أكثر من الطلب . . أي أن يكون المأكول أكثر من الأكل ، حتى لا يحدث الخلل ، ولا بد من وضع أسس انتاجية سليمة ، والا لتحولت المخوقات الى كائنات هزيلة . . فالطاقة هي التي تحدد مستوى الكائنات ما بين قوة وضعف ، تماما كما تحدد ذلك ايضا على مستوى الدول .

وجاء الحل بسيطا ، وكان الانتاج به وفيرا ، وسار على هيئة هرمية . . فعلى مخلوقات القاعدة الهرمية ان تتكاثر بسرعة كبيرة ، وعلى التي تحتل القمة ان تحد من نسلها ، حتى يتوازن الهدم مع البناء . . أو الطاقة مع المادة الحية .

فالنباتات بكل أنواعها - سواء كانت طحالب مائية أو محاصيل ارضية أو اشجارا في غابة أو بستان ، أو حشائش برية لرعى الحيوان - هي قاعدة الهرم ، ولهذا كان حتما مقضيا ان تتكاثر الطحالب الدقيقة بسرعة رهبة لتنتج بلايين فوق بلايين من أطنان المادة الحية لتكفي الملايين التي تعلوها وتعيش عليها ، وهذه لا بد ان تتكاثر بدرجة اقل حتى تجد ما تبني به أجسامها ، وما يكفي لمنحها طاقتها . . ثم نضع الهرم مع الكائنات درجة فدرجة ، فنتقابل مع الاسماك الصغيرة التي تعيش على ما هو أصغر منها وتأكله بما اكل ، ثم يأتي السمك الكبير لياكل السمك الصغير او غيره من كائنات أصغر بما اكلت ، ولا بد من وجود موازين بيولوجية تتحكم في العرض والطلب ، وقد تتأرجح الموازين لتدل على شيء من خلل لكن الخلل لا يدوم طويلا ، ولا بد أن يعود التوازن من جديد !



من طاقة ضوئية .. الى كيميائية .. الى اليكترونية .. الى امخاخنا !

اذا كانت البلاستيدات الخضراء والمونة قدشيدت في النباتات لتستقبل الطاقة الضوئية ، وتحولها الى نبضات كهربية ، لتربط بطاقتها جزيئات كيميائية ، وتخزن في روابطها الطاقة المناسبة ، فان فكرة التصميم ذاته فد سيدت في عيوننا .. لكن مع الاختلاف بين النتيجة التي تتمخض عنها الطاقة الضوئية في العين والبلاستيدة .

ان الضوء هو المؤثر ، والعين هو الوسيلة ، والمخ هو الغاية .. فبدون ضوء فلن ترى العين شيئاً ، وبدون العين فلن يكون للضوء فائدة ، وبدون مراكز ابصار في المخ سليمة ، فلن يكون للضوء والعين قيمة .. ولا بد - والحال كذلك - أن تكون الوسائل التي ترى بها عالمنا متكاملة ، فكم من عيون سليمة كانت لا ترى شيئاً ، لأن مراكز الابصار في المخ قد صارت عقيمة .

لكننا لا نرى العالم المجسد امامنا باشكاله والوانه واختلافاته من خلال ضوء ينعكس منه الى عيوننا ، ثم الى مراكز الابصار في امخاخنا ، اذ ليست الامور بمثل هذه البساطة ، بل سيطر عليها احداث عظيمة ، وتنظيمات فريدة ، حتى يمكن تحويل الطاقة الضوئية الى صورة اخرى تناسب التصميم البديع الذي جاءت به عيوننا وامخاخنا وما يربط بينها من « كابلات » عصبية تسرى خلالها نبضات اليكترونية .

ولقد اوضحت التجارب الكثيرة التي بدأت منذ عام ١٨٧٧ على أن الطاقة الضوئية تتحول الى طاقة كهروكيميائية .. وكان آخر هذه التجارب المثيرة تلك التي قام بها كل من **د. هيويل ، ت . ويزل** من جامعة جون هوبكنز ، فلقد استطاعا تسجيل الاثر الضوئي الذي ينتقل من عيوننا الى امخاخنا ، وذلك عن طريق زرع قطب كهربي على هيئة سلك رقيق للغاية من ذلك النوع الذي يستطيع ان يخترق خلية عصبية دقيقة ، ويسجل احداثها الداخلية ، ثم اوصلا السلك المزروع - في مركز ابصار قط - الى جهاز اليكتروني حساس ، متصل بدوره بجهاز آخر لتسجيل شدة النبضات ، تم بجهاز ثالث على هيئة مكبر للصوت .. وعندما اطلقا امام عيني القط شعاعا من ضوء ، سجل الجهاز اهتزازات خاصة ، واطلق مكبر الصوت همسات ضعيفة .. وهذا يعني ان الطاقة الضوئية قد احدثت تفاعلا كيميائيا ، تحول بدوره الى طاقة كيميائية ، وهذه انتقلت عبر « الاسلاك » العصبية على هيئة نبضات اليكترونية تأثرت بها الاجهزة وسجلتها ، وسمعتها الاذن البشرية وامنت عليها .

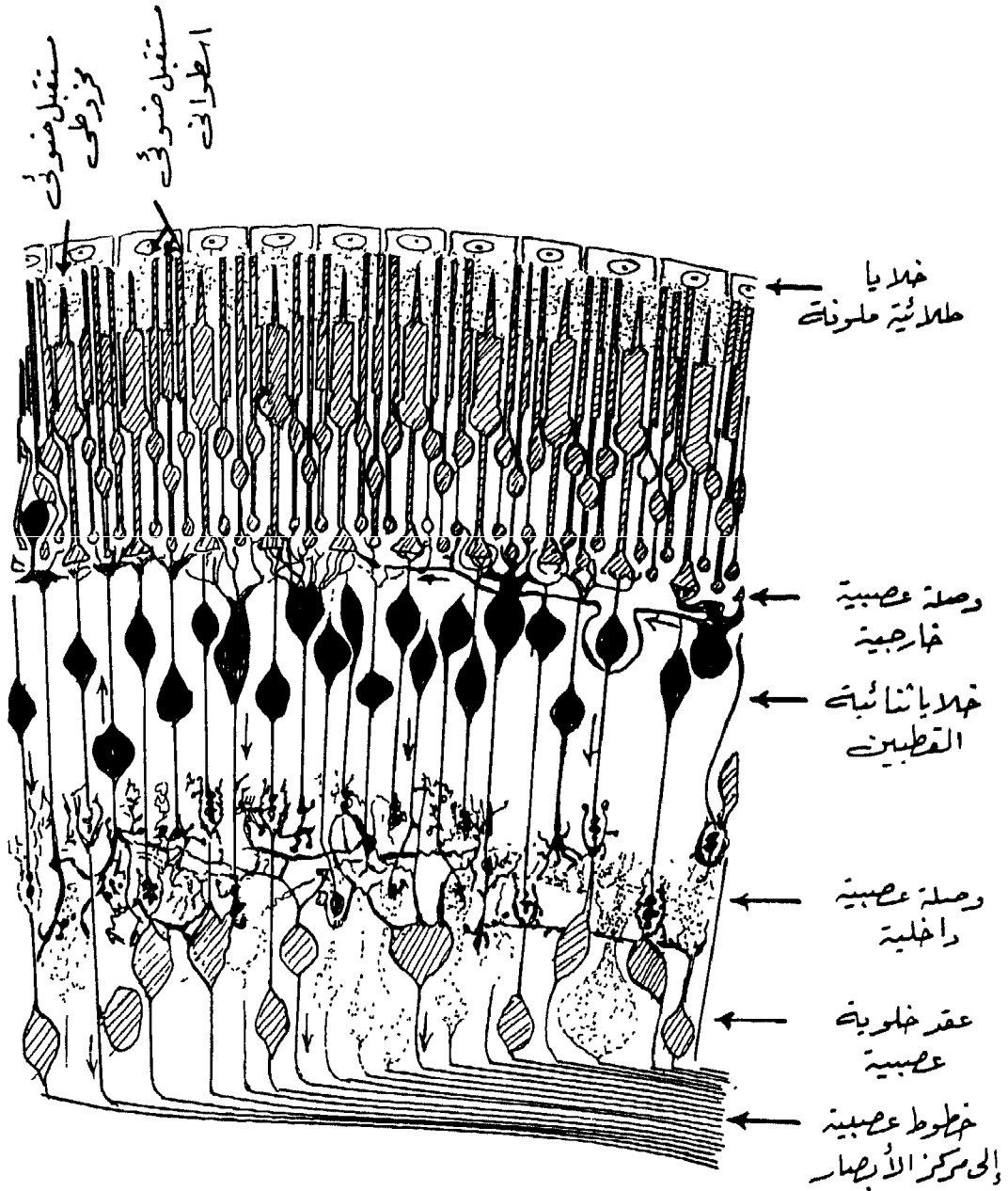
والذين يصورون العين على انها جهاز حي يشبه آلة التصوير الفوتوغرافي لم يتعدوا كثيرا عن الحقيقة ، لكن شتان بين التصميمات البديعة التي جاءت بها عيوننا وبين تصميم آلات البشر ، صحيح ان الفكرة واحدة ، اي تحويل الطاقة الضوئية على الفيلم الحساس الى طاقة كيميائية تحدث تغييرا في نوعية جزيئات الفيلم ، وصحيح أن الشيء نفسه يحدث على « فيلم » العين او شبكيتها .. الا انها ليست جزيئات كيميائية موزعة على ورق حساس لتطبع صورة ، وينتهي الامر ، بل من وراء ذلك جيش متكامل ومتفاهم من تركيبات دقيقة تعرف كيف تستقبل فونونات الضوء بتردداتها المختلفة ، وتستجيب لها ، وتتأثر بها ، وتحولها الى نبضات كهربية ذات درجات متفاوتة ، ثم تصبها في كابلات عصبية ، وبها تهتز ، وتنتقل « الشفرة » السرية الى

« الهيئة الخلوية » المكلفة بحل ملايين البلايين مر الرموز الواصلة في الثانية الواحدة ، و سرحمها الى صور والوان وأبعاد وحركة ومناظر نفرح بها ، اوكتئب منها ، ونفزع لها .. الخ .. لكن كيف النرجمة ؟ .. وما هي أسرارها ؟ .. ذلك لغز كبرلم يتوصل احد الى أبعاده العميقة ، وكل ما قيل فيه لا يخرج عن نظريات واجتهادات !

وشبكية العين دقيقة البناء، رقيقة السمك اذ لا يزيد سمكها عن نصف مليمتر ، وفيها شيدت طبقات من فوق طبقات ، اهمها تكوينات دقيقة تعرف باسم مستقبلات الضوء Photoreceptors (شكل ١١٠ ، ب) . في كل عين من عيوننا منها مايقرب من ١٣٠ مليون مستقبل ، وهذه تنقسم الى نوعين : المخروطى وله منها حوالى خمسة ملايين ، والاسطوانى وله منها حوالى ١٢٥ مليوناً ، ومن هذه المستقبلات يمتد « كابل » عصبى دقيق يحتوى على حوالى مليون ليفة عصبية بصرية ، وبها يتجه الى مركز الابصار فى المخ (هناك فى الواقع مركزان) .. ولقد تخصصت المستقبلات الضوئية المخروطية اساسا لالتقاط الصور نهارا وبالوانها المختلفة ، فى حين ان الاسطوانية تستقبل فوتونات الضوء الخافت ليلا (مثل ضوء القمر والنجوم) ، لكنها لا تستطيع أن تميز الالوان كرفيقاتها ، هذا ومما يستحق الذكر هنا أن عيون الحيوانات الليلية مثل الضفادع والبوم والخفافيش .. الخ . مزودة أساسا بالمستقبلات الاسطوانية لتلائم حياة الظلام .

وكما كان للنبات جزئياته الخضراء (الكلوروفيل) والمولونة (كاروتينات Carotenes) كذلك جاءت العين بجزئيات أخرى تعرف باسم الاصباغ البصرية .. منها متلا صبغة « رودوبسين » Rhodopsin التى تتكون من بروتين « أوبسين » Opsin المرتبط باحدى مشتقات فيتامين أ والمعروف باسم ريتينين Retenine ، وهذا بدوره من عائلة الكاروتينات التى تضى على النبات لونا أصفر فاتحا أو أصفر برتقاليا أو احمر أو قرمزيا، وتتواجد أيضا مع جزئيات الكلوروفيل ، وتؤدى معه دورا مساعدا فى عملية التمثيل الضوئى ، لكن لون الكلوروفيل يحجب لونها ويتغلب عليه ، ولهذا لا نستطيع اكتشافها بالعين ، والمعروف ان نبات الجزر الاصفر يحتوى على نسبة كبيرة من هذه الاصباغ ، ولكنها تنتشر أيضا فى بعض الاسماك والزبد (اللون الاصفر فيه) والبيض .. الخ ، ومن المعروف كذلك ان العشى الليلي (أو عدم القدرة على الرؤية بوضوح فى الليل) يرجع الى نقص فيتامين أ ، لأن هذا الفيتامين يتحول بعملية اختزالية الى الريتينين الذى يدخل فى تكوين الاصباغ المستقبلية للضوء - كما سبق ان ذكرنا .

وعندما تصطدم الكوانتا أو فوتونات الضوء العادى بصبغة الرودوبسين ، فانها تنشق الى شقين : أوبسين وريتينين ، وسرعان ما يعودان الى الالتحام ، لينشقا ويلتحما ، وتنطلق العملية بسرعة رهبة بمساعدة انزيمات ومستقبلات للاليكترونات ومناحيت لها .. الخ ، الا ان هناك رأيا آخر يقول بأن جزىء الريتينين يتماسك برباط اليكترونى مع شقه الآخر ، بحيث تنتظم صفوفه بطريقة خاصة يمكن تشبيهها بغطاء موضوع على عدسة ، ولكى ينفذ الضوء من العدسة ، فلا بد من شيء يزيح الغطاء جانبا ، ولكى يحدث ذلك ، فلا بد من طاقة تبذل ، ولكن الامر يتم مع جزئيات الريتينين فى حدود أجزاء من مليون جزء من التانية ، فعندما تسقط



شكل ١٠ (أ)

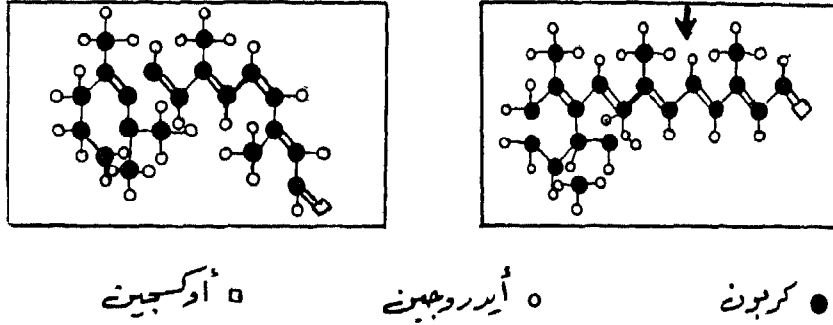
شكل ١٠ (أ) رسم توضيحي لجزء من الشبكية وفيه تظهر مستقبلات الطاقة الضوئية : الاسطوانية والمخروطية أو العنبيّة من أعلا (انظر الصورة الفوتوغرافية ١٠ ب) . . . وبعد أن يحدث التفاعل الضوئي ، ويتحول الى طاقة كهروكيميائية ينتقل عبر خطوط من أعصاب حية الى مراكز الابصار في المخ .

الطاقة .. طبيعتها وصورها ومناجمها



شكل ١٠ (ب) .. صورة أخذت من تحت عدسات الميكروسكوب لمستقبلات الطاقة الضوئية في العين .. لاحظ التركيب الأسطوانى والتركيب المخروطى المدبب (التى فى صدر الصورة مخروطية لكنها ملتوية من أثر تحضير الشريحة ، الا أن هناك مستقبلا مخروطيا معتدلا فى الركن الأيمن من الصورة) .

الفوتونات وتركل جانبا محددًا من الجزيء ، فانهائز يحه جانبا ، وتسمح بنفاذ مواد كيميائية خاصة لتزيد من طاقة مستقبلات الضوء بحيث تساعدها على توليد نبضة كهربية (شكل ١١) .



شكل ١١

شكل (١١) نموذج كيميائي لجزيء الريتينين الذي يمتص بالطاقة الضوئية .. هذا وتذكر بعض النظريات انه ينفصل عن جزيء بروتين ويعد للانتعاش به ، وعندئذ تتولد طاقة كهروكيميائية .. الا ان هذا النموذج يوضح ان فوتون الضوء يركله (حيث يشتر السهم) فيجعله ينثنى ويفسح مجالاً للمواد الكيميائية المتفاعلة بالدخول من الثغرة لينتولد من تفاعلها طاقة كهروكيميائية ، ثم ينخلص الجزيء من الطاقة في لحظة خاطفة ويعود الى استقامته الى ان يتقبل ركله اخرى من فوتون آخر فينتنى .. وهكذا .

وايا كانت التعليقات والنظريات ، فلا أحديعرف على وجه الدقه كيف تتولد النبضة الكهربية المناسبة لتنتقل الى مركز الابصار .. صحيح ان هناك طاقة ضوئية تتحول الى طاقة كيميائية تؤدي الى طاقة كهربية تنتقل على هيئة نبضات خاصة ، لكن ماهي الخطوات والفاعلات والانظمة والترتيبات التي تشرف وتوجه وتهيمن على ساحة العمليات .. فذلك سر كبير ، واكبر منه واعظم سر مركز الابصار وهو يفك رموز النبضات الواصلة كالطوفان اولا بأول ، ويحولها الى صور والوان ومفاتيح طبيعية يترأى لنا فيها الله ويتجلى ، فيصبح ملء السمع والبصر لقوم يفقهون !

ولا شك اننا نرى عالماً من خلال موجات وترددات ذات طاقات متباينة ، وهي التي تحدد لنا الالوان بدرجاتها ، فانت مثلاً عندما ترى الاخضر اخضراً ، فان ذلك يعنى ان التسيء الذي عكس هذا اللون الى عينيك قد امتص كل فوتونات الضوء المنظور ، وعكس اخريات ذات تردد محدد ، وتقع في نطاق موجات طولها حوالي ٥٢٥ مللي ميكرون ، وموجات بهذا الطول تعنى فوتونات او كوانتا ذات طاقات خاصة ، تتخلى عنها لمستقبلات الموجات في عيوننا ، وتحدث فيها بضات الكترونية تتوقف شدتها على كمية الطاقة التي دخلت بها الفوتونات ، وفي الحال يفك مركز الابصار في امخاها شفرة النبضات الواصلة ، ويبعث في اللحظة ذاتها بالنتيجة التي تشير الى ان الموجات التي دخلت كانت لشيء اخضر ، ومع ذلك فالظاهر شيء ، والباطن شيء آخر مختلف ، وكان لابد من اطلاق المسميات والصفات انحد بيساطة مظهر عالماً كما نراه - لا كما يراه غيرنا .

الطاقة .. طبيعتها وصورها ومنابعها

يعني هذا ايضا ان هناك مخلوقات على هذا الكوكب تستطيع ان ترى عالمها من خلال موجات الاشعة فوق البنفسجية ، وهى موجات ام تتهيا مراكز الابصار فينا لفك شفراتها (وان كانت عيوننا قد تستقبلها احيانا) ، الا ان بعض الحشرات مثلا تستطيع ان ترى فى موجات تصل اطوالها الى ٣٦٠ ميللى ميكرون ، واقصر موجة نستجيب نحن لها لاتقل عن ٤٠٠ ميللى ميكرون ، وتلك هى حدود فوتونات الاشعة البنفسجية ، وعندما تقصر الموجات عن هذه الحدود ، فاننا ندخل بذلك فى حدود الاشعة فوق البنفسجية ، ولها قد تهيات عيون الحشرات ، فتصبح فيها مبصرة ، ونكون نحن كالعميان ، كما ان بعض انواع الحيات يستطيع ان يرى عالمه فى ظلام دامس (بالنسبة لنا) من خلال الاشعة تحت الحمراء ، فلو أن فأرا كان على مسافة ١٥ سنتيمترا من حية معصوبة العينين ، فانها تستطيع ان تحدد مكانه تماما من خلال نقرتين متخصصتين فى استقبال الاشعة الحرارية (تحت الحمراء) حتى ولو كان الفرق فى درجة الحرارة لا يتجاوز ثلاثة أجزاء من الف جزء من الدرجة المئوية !

والواقع أن جهاز الابصار الذى يستطيع ان يصنف موجات عالمه ليس الا معجزة عظيمة من معجزات الخلق .. فهناك طرز ثلاثة من مستقبلات ضوء النهار ، ولكل طراز منها حدود خاصة ، ليستقبل ويتعامل مع موجات لا يستطيع غيره ان يتجاوب معها ، ويتفاعل بها

فالطراز « ا » يتعامل مع موجات تقع اطوالها فى حدود ٤٥٠ مللى ميكرون (الطيف الازرق البنفسجي)

والطراز « ب » يتعامل مع موجات تقع اطوالها فى حدود ٥٢٥ مللى ميكرون (الطيف الاخضر الداكن)

والطراز « ج » يتعامل مع موجات تقع اطوالها فى حدود ٥٥٥ مللى ميكرون (الاصفر الفامق)

وكل طراز من هذه الطرز يستطيع ان يحس بفوتونات ثلاثة اطياف مختلفة ، ويمزج بينها ، ومن هذا التداخل يمكن للعين البشرية الحادة البصر ان تميز ٢٥٠ لونا نقيًا بداية من الاحمر والبرتقالى والاصفر والاخضر والازرق والنيلى والبنفسجى (بدرجات متفاوتة من حيث هى داكنة أو باهتة) .. بالاضافة الى امكانها التمييز بين ١٧ ألف لون مختلط وناتج من التباديل والتوافيق بين هذه الاطياف ، زيادة على حوالى ٣٠٠ درجة من الدرجات التى يمتزج بها الابيض مع الاسود لتعطينا الوانا منها داكنة او فاتحة على حسب النسبة بين هذا وذاك ، وهذا يعنى فى النهاية ان العين البشرية تستطيع ان تميز بين خمسة ملايين درجة ظلالية من درجات الالوان المختلفة التى يزخر بها عالمها « صنع الله الذى اتقن كل شيء » !

وهكذا تلعب موجات الطاقة مع عيوننا ومراكز ابصارنا لعبتها المثيرة ، لترينا عالمنا المادى بكل ما فيه من صور والوان لانكاد نحصيها عدا .

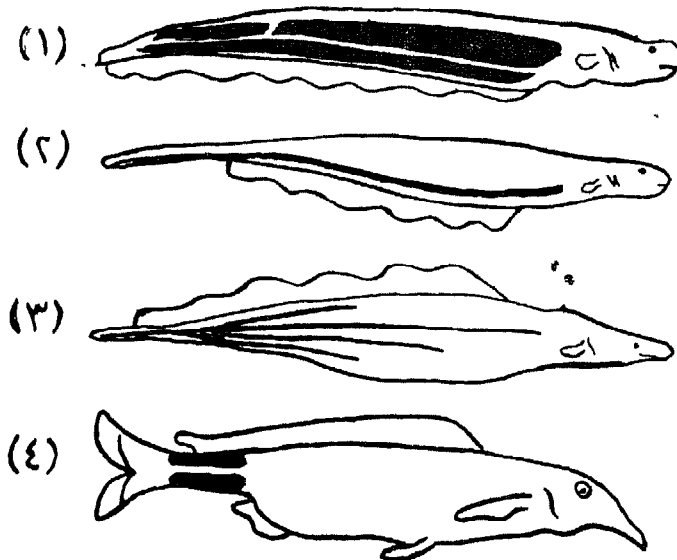


احذر الفولت العالي فى تلك المخلوقات !

وقبل ان يظهر الانسان على هذا الكوكب بعشرات الملايين ، سبقته عليه مخلوقات غريبة استخدمت الطاقة الكهربائية فى عمليات الصيد والدفاع وسبل الاتصالات فيما بينها ، ولا زالت هذه الكائنات تعيش معنا حتى اليوم لتقدم لنا صورة مثيرة من صور الطاقة البيولوجية ذات

الفولت العالي الذي قد يقتل انسانا او ثورا او حصانا ، ولقد جاءنا نبأها على الآتار التي تركها قدماء المصريين ، وذكروا قصة سمكة نيلية كانت نصيبهم برعدة مفاجئة تهز اجسامهم هذا ، فلا يملكون الا ان يتركوها لتذهب الى حال سبيلها ، ولم يدرك القدماء وقتها شيئا عن سر الكهرباء ، ولم يعرفوا ان الرعدة قد جاءت من تفريغ كهربى مفاجيء قد يصيب الانسان بالشلل ، ولا زالت هذه السمكة موجودة حتى يومنا هذا (ولقد تعرض كاتب هذه الدراسة وهو صبى الى عملية تفريغ فر بعدها خانقا صارخا ، وسمعت من الناس وقتها اننى قد أمسكت « بالرعاد » - لانه يسبب في الجسم رعدة) وتعرف باسم السلور او الرعاد او السمكة القطة Cat Fish : كما ذكر الاغريق والرومان شيئا عن الظاهرة نفسها لسمكة بحرية تعرف باسم الراى Ray Fish او سمكة الطوربيد Torpedo ، و اضافوا انهم كانوا يستخدمون تلك « القوى الخفية » في علاج بعض الامراض !

والواقع ان بطاريات الشحن الكهربائية تتواجد اساسا في الكائنات المائية، ويختلف جهدها الكهربى من نوع الى نوع آخر ، ويتوقف ذلك بطبيعة الحال على حجم السمكة ، وعلى تصميم بطارياتها وكفاءتها واتساعها . . فمنها الصغير الذى تصل فروق الجهد في بطارياتها ما بين ٣-١ فولت ، ومنها ما يصل الى حوالى ٥٠ فولتا كما هو الحال في سمك الطوربيد البحرى ، او قد يرتفع الى ٤٥٠ فولتا في سمك الرعاد النيلى الكبير الحجم ، وتبلغ قمة الجهد الكهربى منتهاها في ثعبان السمك الذى يعيش في مياه الانهار العذبة بامريكا الجنوبية حيث يتراوح ما بين ٥٠٠ - ٨٠٠ فولت ، ويقال ان التفريغ الكهربى المفاجيء لهذه الشحنة لو أصابت انسانا ، فانها قد تضع حدا لحياته ، واحيانا قد تقتل حصانا ! (شكل ١٢)



شكل ١٢

شكل (١٢) أربعة أنواع من الأسماك الكهربائية التى تفرغ شحنتها ثم تعاود شحن بطارياتها الحية بكميات مختلفة من الطاقة الكهربائية (١) ثعبان السمك الكهربى (٢) سمكة المدية بامريكا الجنوبية (٣) سمكة المدية الافريقية (٤) سمكة آنف الغيل والخطوط السوداء توضح حجم البطاريات وأماكن انتشارها .

وتتوزع بطاريات الشحن الكهربى فى أجسام هذه الكائنات بطرق مختلفة ، فقد تتركز عند ذيل الحيوان (كما فى سمك الطوربيد) ، او قد نلتف حول جسمه من خلف الرأس حتى فى الزعنفتين الخلفيتين (كما فى الرعاد) ، او قد تمتد بطول الجسم من الرأس حتى الذيل كما فى تعبان السمك الكهربى Electric eel الذى قد يصل وزن بطارياته الى حوالى ٥٨٪ من وزن جسمه ، وتتكون فيه من أعمدة تحتوى على وحدات شحن يتراوح عددها ما بين ٥٠٠٠ - ٦٠٠٠ وحدة ، قوة كل وحدة حوالى عشر فولت أو أكثر قليلا ، وفيها تلعب تركيزات ايونات الصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد والايونات العضوية الأخرى الدور الاساسى فى توليد الطاقة الكهربيه وتخزينها فى البطاريات ، والواقع ان هذه الفكرة ذاتها تتواجد فى خلايانا العصبية ، وبها بولد تيارا ضعيفا للغاية ، لكنه مناسب تماما للفرض ، وبه تتفاهم الخلايا ، ومن خلاله تنتقل الاشارات العصبية من الجسم الى المخ أو بالعكس ، او من خلية فى المخ الى جاراتها ، لكننا لانحتاج فى أدمغتنا او اجسامنا لبطاريات مشحونة كما يحتاجها مثلا الشعبان الكهربى ، فالعقل عندنا أهم من كل ما فى الكون من عوالم خافية وظاهرة ، فبدون عقل ، فلن يكون للكون معنى ، لكن البطاريات فى حياة هذه المخلوقات أهم لديها من أمخاها البدائية .. ولكل خلق ما يناسبه .

وعندما يضطر الكائن الحى لعملية تفريغ الشحنة من وحدات البطاريات المتراسة ، فان « مفتاحها » موجود هناك فى الجهاز العصبى المركزى ، وعندما يبعث بالامر على هيئة نبضة اليكترونية ، فما أسرع ما تستجيب لها ، وتفرغ جميعها دفعة واحدة ، وقد تصل شدة التيار الى نصف امبير ، والشحنة الى ٦٠٠ فولت فى حالة تعبان السمك الكهربى . الا ان الامر كله يتم فى وقت قصير جدا ، ولا يمكث لأكثر من عدة أجزاء من الف جزء من الثانية ، لكن بالامكان ان تضيء بها مصباحا كهربيا اذا ما أوصلنا سلكيه السالب والموجب عند رأس الشعبان وعند ذيله ، وبعد التفريغ مباشرة تبدأ عملية الشحن من جديد ، لتصبح البطاريات على أهبة الاستعداد للانطلاق كلما دعت الحاجة الى ذلك .

ولقد كان الظن السائد ان الكائنات التى تمتلك مثل هذه المولدات الكهربيه الحية تستخدمها فى عمليات الصيد أو الدفاع عن النفس ، لكن الامر يزداد غموضا عندما نتعرض لانواع اخرى من الاسماك التى لايزيد الجهد الكهربى فيها عن فولتين او ثلاثة ، فهذا - فى الواقع - لايعتبر شيئا مذكورا حتى ولو تضاعف عشر مرات ، فعشرون او ثلاثون فولتا لا تشل كائنا ولا تخيفه .. فلماذا اذن جاءت هذه الكائنات بشيء لانفع فيه ولا ضرر ؟ .. وهل يمكن ان نعتبره من قبيل تحصيل الحاصل ؟

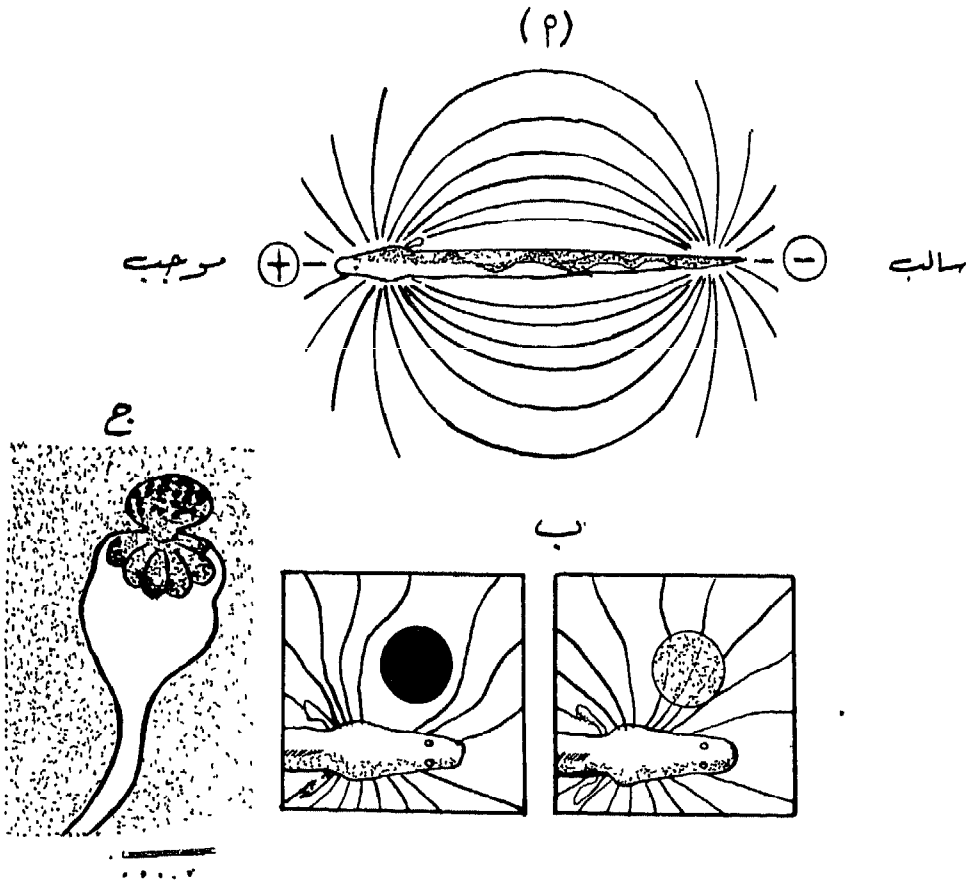
ليس فى الواقع كذلك .. فعندما امام العلماء اللثام عن سر هذه الكائنات منذ وقت قريب ، وجدنا أنفسنا امام أفكار وتصميمات وأساليب تكنولوجية قد سبقتنا بها تلك المخاوقات منذ عشرات الملايين من السنين ، ولا بد - والجال كذلك - ان نعيد تقييم اختراعاتنا وافكارنا ، لنعرف انه « لاجديد تحت الشمس » - كما يقولون !

فبينما كان عالم الحيوان **دكتور هـ. ليزمان** من جامعة اكسفورد يستقبل قاربا فى احدئى مداخل المياه بالقارة الافريقية ، وجد سمكة يبلغ طولها حوالى متر ونصف متر وتعرف باسم

سمكة المدية Knife Fish ، وبينما كانت المسافة بينها وبينه لا تزيد عن نصف متر ، أمسك بيده قضيباً مغناطيسياً قوياً على هيئة حدوة الحصان، ووضع فوق السمكة بالقرب من سطح الماء ، وهنا حدث شيء مثير ، فلقد انجذبت السمكة بقوة خفية ، وجاءت برأسها تحت المجال المغناطيسي تماما ، وعندئذ بدأ ليزمان في تحريك المغناطيس يمنة ويسرة ، فتحركت السمكة معه في الاتجاه ذاته وكأنها قد أصبحت سحينة تلك القوى الجديدة التي تنتشر حول ذلك المغناطيس في مجال محدد ، هذا وتحدث تلك الظاهرة مع أنواع أخرى من سمكة المدية (حوالى مائة نوع) التي تسكن مياه أمريكا اللاتينية وأفريقيا ، ومع أنواع من سمكة الفيل الأفريقية (حوالى مائة نوع) .

لكن الشيء الغريب حقا ان هذه الاسماك لا تتوقف لحظة واحدة عن اطلاق نبضاتها الاليكترونية ، وكأنها قد أصبحت بمثابة القلوب التي تنبض في صدورنا ليل نهار ، الا ان نبضات تلك المخلوقات تختلف في النوع والكم ، فحيث تنخفض نبضات بعض الانواع بمعدل نبضتين في الثانية الواحدة ، نجد على النقيض من ذلك أنواعا أخرى يصل معدلها الى ١٨٠٠ نبضة في الثانية ، وبين هذه وتلك توجد أنواع تتردد فيها النبضات بال عشرات والمئات لكل ثانية من زمن ٠.٠ والفريب كذلك ان حساسية هذه الاسماك للمجالات الكهربائية التي تطلقها حولها حساسية تفوق تصوراتنا ، اذ يبدو أنها تمتلك حاسة لا تمتلكها المخلوقات الأخرى (حاسة كهربية Electric Sense) وبها تستطيع ان تكتشف تغيرا في النبضات قد يصل الى حوالى ٠.٣ من الميكروفولت لكل مسافة تقدر بسنتيمتر واحد (أى ثلاثة أجزاء من مائة مليون جزء من الفولت) ، والى شدة في التيار الكهربى تقع في حدود ٠.٤ ميكرو أمبير لكل واحد سنتيمتر . (أى أربعة أجزاء من مائة مليون جزء من الأمبير) !

والحديث عن هذا الموضوع سيطول ، لكن يكفي ان نذكر ان الحياة كانت كريمة جدا في افكارها ، وقدمت لنا مثالا حيا لانواع من المخلوقات تستخدم طاقتها الكهربائية لشحن بطارياتها ، ثم اطلاق نبضات اليكترونية تحيطها بمجالات خاصة ، فاذا دخل في هذا المجال اى عائق يتداخل في شدة النبضات ويقطع الاتصال ، فان السمكة تستطيع ان تقدر لزعانفها قبل العوم موضعها ، اذ يبدو أن السمكة تعوم وكأنها هي محطة ارسال واستقبال متنقلة ، فهي تديع على « موجات » خاصة وتستقبل أيضا ما تديعه الاسماك التي تتبع النوع نفسه ، والاغرب من ذلك انه بمقدور تلك الاسماك ان تغير من تردد الموجات كلما دعت الحاجة الى ذلك ، فاذا احست « محطة » الاستقبال فيها ان مجال ارسالها قد تدخل فيه شيء ، وانها لم تستقبل من هذا الشيء موجات بنفس تردد موجاتها ، فان ذلك يعنى الحذر والترقب لعدو دخيل ، وعلى السمكة ان تتخذ القرار المناسب ، او أن تغير الموجة ، عليها نكتشف شيئا جديدا (شكل ١٣) . وبهذا أصبحت النبضات وما تخلقه حولها من مجالات بمثابة « كلمة سر » لا يفك رموزها الا أصحابها ، ولتصبح لها بمثابة العيون المبصرة ، والآذان المرهفة ، والانوف الحساسة ، فلقد ضعفت في اسماكنا تلك الحواس التقليدية ، وحلت محلها حاسة كهربية ، وبها « ترى وتحس وتتكلم » ، وكأنها هذا العالم عالما ، وبهذه الفكرة - فكرة الارسال والاستقبال التي عرفناها حديثا جدا - جاءت هذه الاسماك منذ عشرات الملايين من السنين ، وكم في المخلوقات من اسرار ، « ولكن أكثر الناس لا يعلمون » !



شكل ١٣

شكل (١٣) أ - تنتشر خطوط القوى الكهربائية حول سمكة المدية كما ينتشر المجال المغناطيسي حول قضيب ممغنط،
 ب - وعندما تعترض هذه الخطوط موصلات كهربائية جيدة ، فإنها تخترقها وتسرى خلالها (الى اليمين) في حين أن الموصلات
 الكهربائية الرديئة (الكرة السوداء الى اليسار تجعل هذه الخطوط تنفرج وتفر مسارها) . ج - عضو دقيق من أعضاء
 الحاسة الكهربائية المدفون في جلد السمكة حيث يستقبل النبضات الكهربائية من الوسط الذي تعيش فيه السمكة .

ومخلوقات تحول الطاقة الكيميائية الى ضوء حي!

وصورة أخيرة نختارها من صور كثيرة - لنختتم بها موضوعنا عن مخلوقات أخرى غريبة استطاعت أن تمتلك الوسيلة التي تحول بها الطاقة الكيميائية الى طاقة ضوئية ، مثلها في ذلك كمثل البطاريات التي يستخدمها البشر لنير لهم الطريق في ظلام الليل ، مع الاختلاف الواضح بين ميكانيكية انبعاث الضوء في هذه ونلك .

والضوء الحي *Bioluminescence* من الظواهر المثيرة والجميلة التي جذبت انظار البشر في كل زمان ومكان ، فحاك الناس حولها الاساطير . فمن بحار اذا اثرت امواجها اضاءت دون ان تمسسها نار ، ومن شواطئ اذا خطت عليها الاقدام توهجت ، وكأنما ينطلق منها « لهب » بارد خافت ، ومن غابات تتعلق على أشجارها رفوف غريبة تضيء اذا اظلم الليل ، ومن بين أعشاب ومن فوق فروع النباتات تنطلق مصابيح ضوئية صغيرة تطفئ وتضيء في فترات متقطعة ومنتظمة ، ومن أسماك بحرية تنتشر على أجسامها وفوق رؤوسها بقع ضوئية تنتظم كما تنتظم المصابيح على جانبي طريق . وهكذا وزعت الحياة لمسائها المضيئة على انواع كثيرة من مخلوقاتها . بداية من البكتيريا الى الفطر (العفن) الى الحيوانات الاولية الى قناديل البحر الى الديدان والسرطان « الكابوريا » والحشرات والاسماك التي تسكن ظلام الاعماق .

وكما جاءت سمكة المدينة أو الغيل لتخلق حول نفسها مجالات كهربية ذات ترددات خاصة ، كذلك جاءت بعض المخلوقات لتشع اضواءها على هيئة موجات ذات أطوال خاصة كذلك . . فمنها ما يشع موجاته بأطوال تقع في حدود ٤٦٥ ميللي ميكرون (وضوؤها أزرق اللون) ، ومنها ما يضيء على موجة يتراوح طولها ما بين ٥٥٠ ، ٥٨٠ ميللي ميكرون (اى في نطاق اللون الاصفر المشوب بخضرة) . . وغيرها يبعث بموجات أطول لشرى اضواءها على هيئة صفراء او برتقالية او حمراء . . لكنها - بطبيعة الحال - لاتضيء لنا ، لتبعث البهجة في نفوسنا ، بل تستخدم طاقتها الضوئية فيما بينها على هيئة « كلمة سر » لها في عالمها مفرها الكبير ، لكن ذلك موضوع آخر طويل نرانا في حل من التعرض له هنا لضيق المجال .

ومن الحقائق المثيرة في هذا العالم الحي - الذى يتلاعب باضوائه اذا ما أقبل الليل ، وخيم الظلام - ان بعض كائناته يستطيع ان يبعث باضواء ذات ألوان مختلفة ، ومن أعضاء متفرقة على أجسامها . . من ذلك مثلاً دودة تعيش في البرازيل ، وتعرف هناك باسم دودة « السكة الحديد Railroad Worm » فعلى جانبيها تنبعث عدة مصابيح دقيقة تضيء بلون أزرق ، وعلى رأسها « مصباح » ينطلق منه ضوء أحمر ، وئمة حشرة أخرى تعرف باسم « الاوتوموبيل Automobile Bug » تمتلك على رأسها مصابيح صغيرة حية تضيئها بأضواء صفراء او برتقالية ، وعلى جانبي جسمها مصابيح أخرى ينبعث منها ضوء أخضر ، لكن الغريب انها تضيء الاصفر وتطفئ الاخضر اثناء السير ، وعندما اتوقف تضيء مصابيحها الخضراء *Parking Lights* وكأنما هى بمثابة نذير لمن يعترض طريقها اثناء التوقف ، وهذه الفكرة ذاتها تستخدمها في سياراتنا على هيئة مصابيح حمراء ، لكن الاغرب من ذلك ان بعض هذه الكائنات يستطيع ان يحجب الضوء المستمر بستارة رقيقة حية تنسدل على المصباح الدقيق ، فاذا رفعها عاد الى الاضاءة

الطاقة .. طبيعتها وصورها ومناهبها

من جديد ، الا ان هناك انواعا اخرى نتحكم في اطفاء المصابيح او اضائها . كلما دعت الحاجة الى ذلك .

وسر هذا الضوء الحي من الاسرار التي جذبت انتباه علماء كثيرين حتى يومنا هذا ، الا ان اول من وضع اللبنة الاولى في كشف هذا السر كان العالم الكيميائي الفيزيائي **دوبرت بويل** الذي سجل في مذكراته في عام ١٦٦٨ ان بعض الاخشاب المصابة بالعفن المضيء ، وبعض الاسماك البحرية المتعفنة بانواع من البكتيريا المضيئة « ينطىء » ضوءها في غياب الاوكسجين . . الا ان السر لم يكتشف الا في اواخر القرن الماضي عندما قام العالم « **دوبوا** » Dubois في عام ١٨٨٧ بعدة تجارب خرج منها بنتيجة تشير الى ان الطاقة الضوئية المنبعثة من احدي المحاربات تتم في وجود مادتين اساسيتين ، احدهما لا تتأثر بالحرارة واطلق عليها اسم ليوسيفيرين Luciferin ، والاخرى تفقد مفعولها اذا سخنت واسماها خميرة ليوسيفيريز Luciferase . . وعندما « تهضم » هذه الخميرة مادتها فان عملية الهضم تتحول الى طاقة ضوئية باردة لا يصحبها أثر من حرارة !

الا ان الامور - كما اظهرت البحوث بعد ذلك - لا يمكن ان تسير بمنزل هذه البساطة اذ ان التفاعل الكيميائي يتطلب وجود مواد عديدة . . منها متلا أيونات الماغنسيوم والجزئيات المانحة للطاقة (ثلاثي فوسفات الادينوسين السابق ذكره) ، ومستقبلات للايكترونات ، ومانحات لها . . الخ ، وعندما ينم التأكسد في وجود الاوكسجين ، تتحول الطاقة الكيميائية الى طاقة ضوئية ، وتختزل المواد التي تأكسدت ، وتسخن الجزئيات التي فقدت طاقتها ، وتقفز الايكترونات عائدة الى مواقعها الاولى ، وتدور العملية بسرعة هائلة دون توقف او نباطؤ ، اللهم الا اذا اراد الكائن ذلك ، والى هنا لاندرى بقينا كيف يتحكم في الاطفاء والاضاءة .

وما اكثر مالاندرى ، وما اعظم مانجهل . . « وما اوتتم من العلم الا قليلا » !



المراجع

- ١ - دننور عبد المحسن صالح دورات الحياة ، سلسلة المكتبة الثقافية .
- ٢ - د . عبد المحسن صالح الانسان والنسبة والكون ، المكتبة الثقافية .
- ٣ - د . عبد المحسن صالح هل لك في الكون نعيم ؟ ، سلسلة العلم للجميع .
- ٤ - د . عبد المحسن صالح انت كم تساوى ؟ ، سلسلة كتاب الهلال .
- ٥ - د . عبد المحسن صالح مذكرات ذرة ، سلسلة افرا .
- ٦ - د . عبد المحسن صالح اسرار المخلوقات المضيئة ، المكتبة الثقافية .
7. Asimou, I., **Realm of Measutre**, 1967 Fawcett World Library.
8. Bogen, H. J., **Biology for the Modern Mind**, 1968 The MacMillan Co., N.Y.
9. Bolin, B., **The Carbon Cycle**, 1970 Sci. Amer. 223.3
10. Droscher, V. B., **The Magic of the Senses**, 1969 Allen, W. H., London.
11. Du Praw, E. J., **Cell and Molecular Biology**, 1969 Academic Press, New York.
12. Hubbert, M. K., **The Energy Resources of the Earth**, 1971 Sci. Amer. 3.
13. Mac El Roy, W. D. and Swanson, C. P., **Cell Biology** 1968 Prentice Hall, Foundations of Biology Program.
14. Mac Graw Hill : **Encyclopedia of Sci. and Techn.**, 1960
15. Markin, A., **Power Galore**, Progress Publ. Moscow.
16. Mueller, C. G. and Rudolph, M., **Light and Vision**, 1967 Life Sci. Library.
17. Ruchlis, H., **The Wonder of Light**, 1962 Lowe & Brydone, London.
18. Starr, C., **Energy and Power**, 1971 Sci. Amer., 225 : 3.
19. Teller, E. & Latter, L., **Our Nuclear Future**, 1958 Criterion Books, Inc. New York.
20. Went, F., **The Plants**, 1965 Life Nature Library.
21. Wilson, M. : **Energy**, 1965 Life Science Library

★ ★ ★

البتروال والطاقة

مقدمة

يعتبر البترول الآن أهم مورد للطاقة في العالم ، وذلك بالإضافة الى استخدامه الأخرى المتعددة التي ترجع الى تعدد ومرونة منتجاته ، ولذلك تعددت مناطق إنتاجه في العالم ، وأقبل عليه المستهلكون ، وأصبح العالم يتابع باهتمام وبحسابات دقيقة موارد البترول الحالية ، والمتوقع منها في الأرض والبحر - كما يتابع أيضا الموارد البديلة للبترول الطبيعي التي يمكن الاعتماد عليها لإنتاج بترول صناعي . وأخيرا ظهرت مشكلة الطاقة فأصبح البترول محور هذه المشكلة وعليه نتوقف علاجها على الأقل في المدى القريب ، الى ان يتمكن الإنسان من إيجاد موارد أخرى بديلة للطاقة .

* خريج جامعة القاهرة عام ١٩٤٢-والكلية الامبراطورية للعلم والصناعة عام ١٩٥١ . انضم الى هيئة التدريس بجامعة القاهرة (كلية العلوم) وهو الان رئيس مجلس ادارة مؤسسة البترول وشركات البترول .

وتتناول هذه الدراسة :

أولا - البترول وتعدد استخداماته .

ثانيا - تطور انتاج البترول وموارده الحالية والمتوقعة والموارد البديله له ، ومناطق انتاجه واستهلاكه .

ثالثا - البترول ومشكلة الطاقة .

د . محمود امين

أولا - البترول واستخداماته المتعددة

قبل أن يصبح البترول موردا من الموارد الأساسية للطاقة ، ظهر الاهتمام به أولا كمورد لزيت الاضاءة ، ثم أصبح بعد ذلك موردا للطاقة اللازمة لادارة الآلات ، وفي ذات الوقت موردا أساسيا لكثير من المنتجات الكيميائية اللازمة للصناعة . وأخيرا أصبح أيضا مصدرا للمواد الغذائية ، ولكن البترول لا يزال المصدر الأساسي للطاقة حتى الآن .

١ - البترول كمصدر لزيت الاضاءة (الكيروسين) وقد ظهر الاهتمام بالبترول في منتصف القرن التاسع عشر كمورد لزيت الاضاءة ، فقد كان الاعتماد وقتئذ على الزيت المستخرج من الفحم أو على الشموع المصنوعة من شحم الحيوان ولكنها كانت غالية الثمن لقلتها وصعوبة الحصول عليها ولما تحدثه من دخان أثناء استعمالها ، لذلك اهتم الباحثون ومنهم « الكولونيل فيريس » الذي حاول استخدام البترول لاستخراج زيت الاضاءة منه ، واستخدم في ذلك البترول الذي يخرج مختلطا بالمياه من آبار المياه المالحة والذي كان يحرق للخلص منه باعتباره من الشوائب . ولقد استطاع « فيريس » أن ينتج نوعا جيدا من زيت الاضاءة فأثار ذلك الاهتمام بالبحث عن البترول ، وكان فيريس يدفع لشراء البرميل منه حوالي ٢٠ دولارا فشجع ذلك الكولونيل « دريك » على حفر بئر لانتاج البترول خصيصا ، واعتبر ذلك مولد لصناعة البترول . وعندئذ تحولت الكثير من المعامل التي كانت تستخرج زيت الاضاءة من الفحم الى استخدام البترول كمصدر لزيت الاضاءة وهو الكيروسين . وانتشر استخدامه في الولايات المتحدة وفي أوروبا ، وكانت منافسة البترول الروسي كبيرة لأنه يمتاز بانخفاض نسبة الكبريت والبرافين ، مما يعطى أنواعا جيدة من الكيروسين ، وامتدت هذه المنافسة الى الشرق بين شركة ستاندرد الامريكية ومنافسيها من الهولنديين والبريطانيين اللذين انضما فيما بعد في شركة تيل الهولندية الملكية .

٢ - البترول كوقود للآلات ثم كان ظهور السيارة في عام ١٩٠٨ الى احتاجت الى البنزين لادارتها فأثار ذلك الاهتمام باستخدام البنزين المنتج من البترول ، والذي كان يعتبر وقتئذ انتاجا فائضا عن الحاجة . وكانت عمليات التكرير لا تستخلص من البترول الخام سوى ١٥ - ١٨ ٪ من البنزين ، لذلك تطورت عمليات تكرير البترول باستخدام طريقة التكسير الحراري التي ضاعفت كمية البنزين المستخرجة من الخام . وفي عام ١٩١٠ أصبح استهلاك البنزين يزيد على استهلاك الكيروسين .

ثم قامت الحرب العالمية الاولى ، وظهرت أهمية الطائرات بم ازدادت هذه الأهمية بعد ان عبرت الطائرات الاطلنطي عام ١٩٢٧ فزاد الاقبال على البنزين لتموين الطائرات .

وعندما بدأ نسفيل فاطرات السكك الحديدية بماكينات الديلزل فى عام ١٩٣٤ أثار ذلك الالهام بانناج المشفقات الواسطى من البترول كالديلزل والسولار الذى اسفخدم أيضا لشففئة المنازل .

وبعد الحرب العالمية الالنية زاد الالهام باسفخدام الفازات الطبيعية والسوائل المشفخرجة منها التى كان اسفخدامها حتى ذلك الوقت قاصرا على المفن المفاورة لأبار الفاز الى أن أمكن صنع الأنايب الصالحة لنقل الفاز عبر المسافات الطويلة بأسعار مقبولة وقد أمكن انناج هذه الأنايب فى الالفالينات ، ولكنها لم اسفستخدم بكثرة إلا بعد انفاء الحرب للاغراض المنزلية وللصناعة ، وامفداف أناييب الفاز عبر الولايات المشفدة .

ومع الريافة فى اسفخدام الفازات الطبيعية زاد أيضا اسفخدام السوائل البترولولة التى اسفصلص من الفازات وأهمها الجازلون الطبيعي ، الذى اسفستخدم أيضا فى السياراف ثم تبين بعد ذلك أن الجازلون الطبيعي يحوى على كمية من غاز البروبين والبونين فأمكن فصلهما لفعبئة أناييب البواجاز فى المناطق التى لا تصل بها أناييب الفاز الطبيعي .

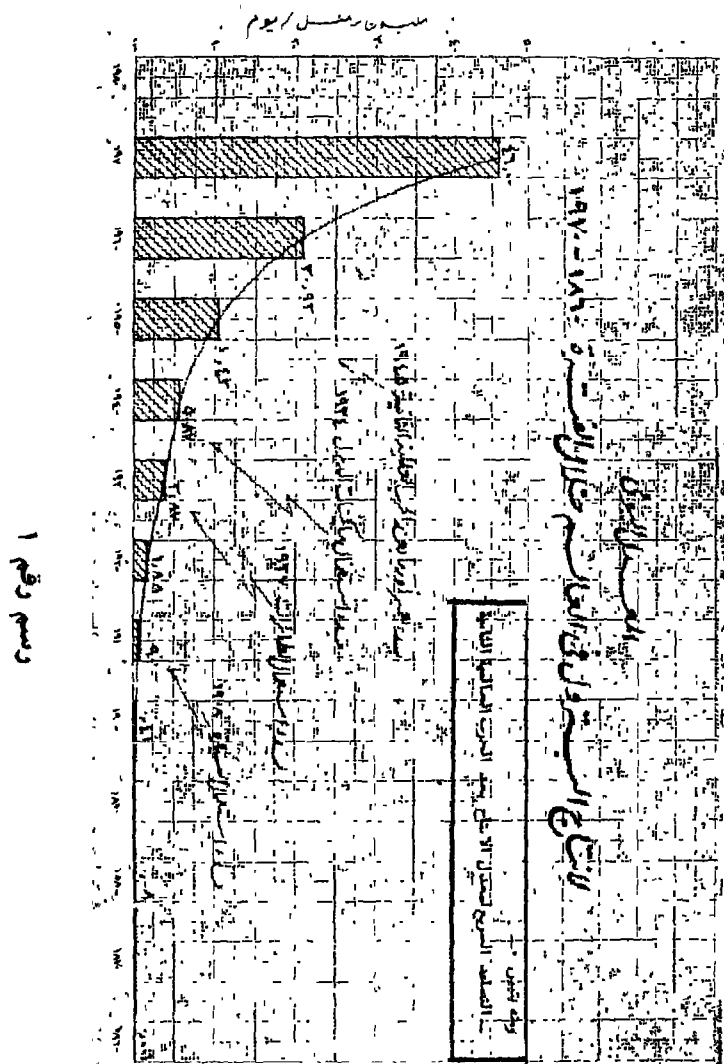
٣ - البترول كمادة كيمائية وعندما بدأ عمليات تكرير البترول اسفخدمف بعض منبجافه لانناج بعض المواد الكيمائية ، ولكن مع فطور عمليات تكرير البترول وفقدمها أصبح خام البترول والفازاف مصفرا هائلا من مصافر المواد الكيمائية التى فعمفد عليها الصناعة اعفمادا كبيرا . وقد ففد هذا الفطور الضخم منذ عام ١٩٢٠ ولكن برغم ذلك فان ما اسفستخدم من البترول لانناج الكيمائيات لا يففأوز ٢ - ٣٪ من انناج البترول ويسفخدم البترول الآن لانناج كثر من المواد الكيمائية مثل المطاط الصناعي - الخيوط والاليف الصناعية - البلاسفيك والاسمفة والمبيداف الفشرية والمنظفاف الصناعية - الجلود الصناعية - والمذيباف وغيرها .

٤ - البترول كمصفر للهواف البروتينية وفى عام ١٩٥٩ بدأف البفوف لاسفخدام البترول لفربية الكائنات الحية التى ففناج البروتين ، ويسفخدم البترول فى ذلك بفلا من المواد السكرية الى ففسفخدم عادة لهذا الفرض . فأمكن بفلك انناج المواد البروتينية ولكنها لا فزال فى مرحلة ففريبية . ويفرى الآن ففربة اسفخدام هذه المواد البروتينية فى ففذية الحيوانات لففشفق من صلاحيفها .



مرونة منبجاف البترول

ويوضف الرسم البيانى رقم (١) فطور انناج البترول منذ ١٨٦٠ حتى الآن ، ومنه ففضح السرعة الفائقة فى زيادة انناج البترول فى السنوات التى أعقبت انفاء الحرب العالمية الالنية . أى منذ منفصف الأربعينات ، بعد أن أصبح البترول موردا أساسيا للطاقة اللازمة للسياراف (التى بدأ اسفخدامها عام ١٩٠٨) والطائراف (التى بدأ اسفخدامها عام ١٩٢٧) والفطارات (التى بدأ اسفخدامها عام ١٩٣٤) .



وكان ذلك بسبب ما يتمتع به البترول ومنتجاته من ميزات مناسبة لاستخدامه منها : -

- ان أى وقود يحتاج الى الهواء ليحترق فنطلق منه الطاقة الكامنة ومن ثم كانت سهولة استخدام البترول كوقود فى الآلات لما يتفوق به عن مواد الوقود الأخرى كالفحم ، نظرا لأن غازات وسوائل البترول تتبخر بسهولة وبذلك يسهل تحويلها الى ذرات مما يجعل البترول مناسبا لآلات الاحتراق الداخلى التى يتعدى استخدام الوقود الصلب بها كالفحم .

- ان البترول بحوى على نسبة ضئيلة جدا من الرماد ، وهو ما يناسب استخدامه فى السيارات والطائرات والقطارات .

- سهولة نفل وتخزين البترول ، نفيه بالناقلات أو خطوط الأنابيب وتخزينه فى المستودعات مما يجعل عمليات النقل والتخزين ذات تكلفة مناسبة ولمسافات طويلة سواء بنقله فى المناطق الأرضية أو البحرية .

- ان البترول يأخذ صورا متعددة منها الغازات التى تناسب الاستخدامات المنزلية ، كما يصلح أيضا فى ذات الوقت لعمليات التسخين فى محطات الكهرباء والمصانع . ومنها السوائل . وهذه بالتالى ننقسم الى أنواع مختلفة حسب درجة تطايرها ، فقد يكون السائل سريع التطاير كالبنزين والكروسين أو متوسط التطاير كالديزل أو بطيء التطاير كزيت الوقود . ولكل منها استخدامات مناسبة تلائم نوعا معينا من الآلات .

فالبنزين ويستخدم فى آلات الاحتراق الداخلى كالسيارات والطائرات التى تحتاج لسائل سريع التطاير .

والكبروسين وهو أقل تطايرا من البنزين ويستخدم فى الطهى والتدفئة ، كما أصبح يستخدم أيضا فى الجرارات وأخيرا فى وقود النفاثات .

والديزل وهو أقل تطايرا ويستخدم فى ادارة آلات الديزل بأنواعها المختلفة سواء الآلات الصغيرة منها المستخدمة فى السيارات أو فى الآلات الكبيرة المستخدمة فى الناقلات البحرية .

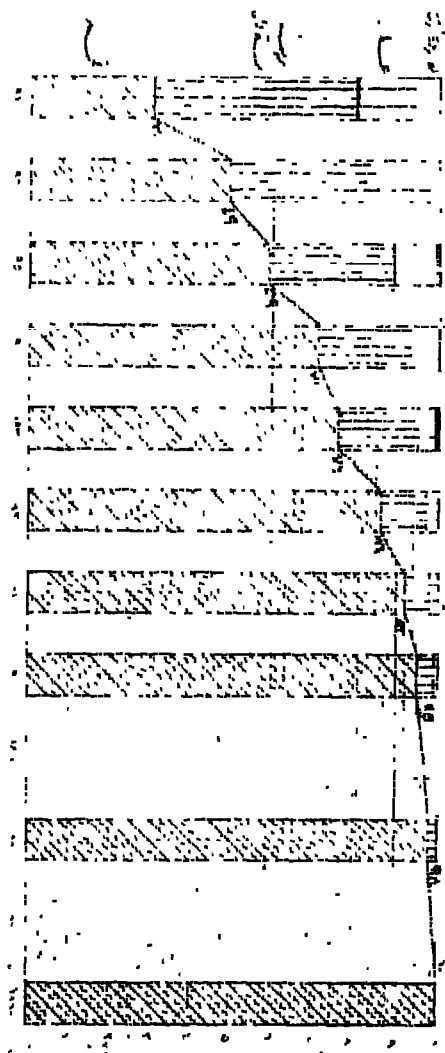
وزيت الوقود وهو أقل السوائل تطايرا وبالتالى فهو أقرب الى الوقود الصلب كالفحم ، ومن ثم كان استخدامه ليحل محل الفحم فى توليد البخار اللازم للبواخر والمصانع ، أو أنه يتميز أو يتفوق على الفحم بامكانية تحويله الى ذرات دقيقة قبل حرقه ، وذلك بتسخينه .



منافسة البترول للفحم

منذ ظهر البترول وثبت امكانية انتاجه نجاريا فى ١٨٦٠ بدأ ينافس الفحم وأخذ يحل محله تدريجيا كما يتضح من الرسم البيانى الذى يوضح النسبة المئوية لموارد الطاقة فى العالم منذ ١٨٦٠ الى ١٩٧٠ ، ومن ذلك يتبين سرعة احلال زيت البترول والغاز محل الفحم منذ

النسبة المئوية
للمرارة المطلقة في العسل حسب مكان الإنتاج ١٩٧٥ - ١٩٨٠



رسم رقم ٢

الأربعينات أى فى أعقاب الحرب العالمية الثانية . وقد ساعد على هذا التطور عدة أمور يمكن ان نوجزها فيما يلى :

- ١ - مرونة وبعدهد استخدامات منتجات البترول السابق الاشارة اليها .
- ٢ - التناقص الطبيعى فى انتاج الفحم وخاصة فى أوروبا بسبب استنفاد الطبقات السميكة منه والقريبة من سطح الأرض التى كان من السهل استخراج الفحم منها ، ولم يبق بعد ذلك سوى الطبقات الرقيقة السمك التى توجد على أعماق كبيرة وبالتالي يصعب استغلالها .
- ٣ - صعوبة العمل فى مناجم الفحم التى لاتزال تعتمد الى حد كبير على الجهد البشرى فى تعقب طبقات الفحم مما يتير كثيرا من المتاعب مع عمال مناجم الفحم برغم ارتفاع اجورهم .
- ٤ - ما يسببه احراق الفحم من نلوث الجو وخاصة لاحتواء الفحم عادة على نسبة كبيرة من الكبريت . وهذا العامل بالذات كان من أهم العوامل التى دفعت الصناعة الامريكية الى الاعتماد على البترول بدلا من الفحم فى محطات الكهرباء برغم وجود الفحم بكميات كبيرة بالقرب من سطح الأرض .
- ٥ - ومما ساعد أيضا على الانتقال من الفحم الى البترول - تحطيم الصناعة الاوربية فى الحرب العالمية الثانية وهى صناعة كانت تعتمد على الفحم ولذلك كان من الطبيعى أن تتحول هذه الصناعة الى البترول عند اعادة بنائها وأن لا تعود تانية الى الفحم .

ثانيا - تطور انتاج البترول

يبلغ انتاج البترول الآن حوالى ٥٦ مليون برميل يوميا ، وقد تصاعد هذا الانتاج بسرعة فائقة منذ نهاية الحرب العالمية الثانية بعد أن كان تصاعده قبل ذلك بطيئا . فعندما بدأ الانتاج عام ١٨٦٠ لم يكن يتجاوز انتاج العالم فى ذلك الوقت ألف برميل يوميا . ثم ارتفع الى حوالى ٨٠ الف فى عام ١٨٨٠ والى ٤٠٠ الف برميل يوميا عام ١٩٠٠ ، ثم بدأت تزداد سرعة زيادة الانتاج مع بدء استعمال السيارات والطائرات والقطارات فارتفع هذا الانتاج الى : -

٩٠٠ الف برميل يوميا سنة ١٩١٠

و ١٨ مليون برميل يوميا عام ١٩٢٠

و ٣٨ مليون برميل يوميا عام ١٩٣٠

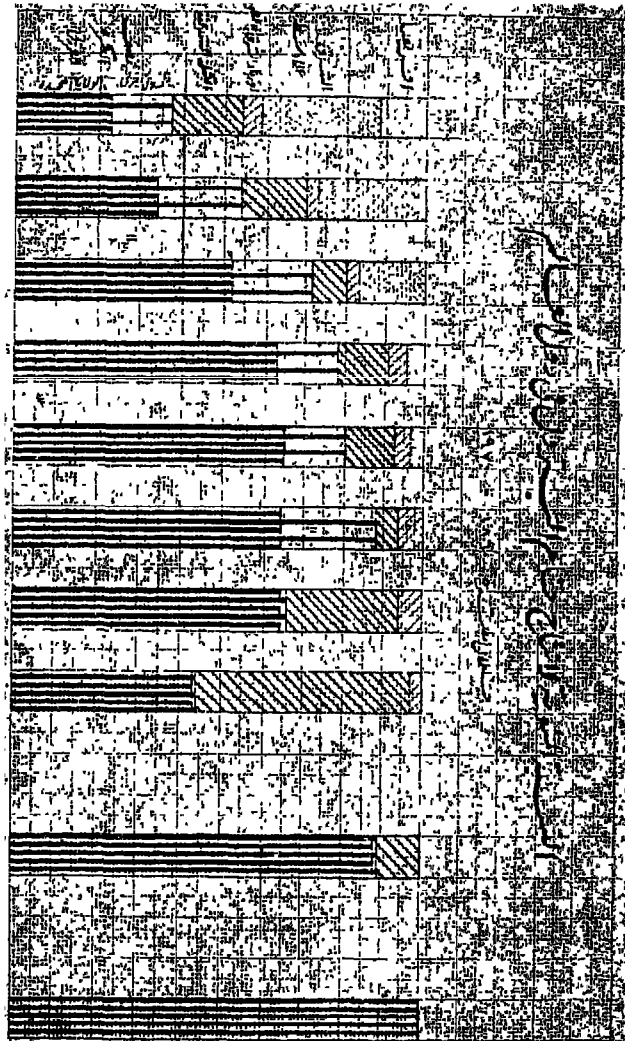
و ٥٨ مليون برميل يوميا عام ١٩٤٠

ثم قفز هذا التصاعد بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية الى : -

١٠٤ مليون برميل يوميا عام ١٩٥٠

٢٠٩ مليون برميل يوميا عام ١٩٦٠

٤٦ مليون برميل يوميا عام ١٩٧٠



رسم رقم ٣

ومنذ عام ١٨٦٠ حدثت تطورات كبيرة في توزيع مناطق انتاج البترول (كما يتضح من الرسم رقم ٣) كان من أبرزها ما يأتي :-

أ - نصف الكرة الغربى كانت الولايات المتحدة الامريكية هى المنتج الأساسى للبتروال في نصف الكرة الغربى منذ بدء الصناعة في عام ١٨٥٩ ، واحتفظت بهذا المستوى الى أن انتزعت من روسيا التى استطاعت أن تنتج حوالى ٥.٠٢٪ في عام ١٩٠٠ ولكن ما لبثت الولايات المتحدة ان انتزعت ذلك ثانية من روسيا باكتشاف الحقول الغزيرة الانتاج بها في أوائل القرن العشرين الذى أعاد الى نصف الكرة الغربى تفوفه في انتاج البترول ، ثم ساعد على ذلك اكتشاف البترول بغازارقي المكسيك التى انتجت في عام ١٩٢٠ حوالى ٢٢.٨٪ من انتاج العالم ، ثم لحقتها فنزويلا التى نصاعد انتاجها واستطاعت ان تنتج في عام ١٩٥٠ حوالى ١٤.٤٪ من انتاج العالم .

وبذلك استطاع نصف الكرة الغربى ان يتصدر مناطق الانتاج خلال المائة سنة الاولى حتى ١٩٦٠ ، ولكنه ما لبث ان فقد هذا المسنوى خلال السنوات الماضية نتيجة لتصاعد انتاج الشرق الاوسط وافريقيا ودول الكتلة الشرقية ، ولذلك انخفض نسبة ما ينتجه نصف الكرة الغربى الى حوالى ٣.٧٪ من الانتاج العالمى عام ١٩٧٠ .

ب - الشرق الاوسط بدأ الشرق الاوسط دوره في انتاج البترول في أوائل القرن العشرين ولكنه لم يصبح لانتاجه أهمية واضحة الا بعد الحرب العالمية الثانية فانتج حوالى ١٦.٩٪ من انتاج العالم في عام ١٩٥٠ وحوالى ٢٥٪ في عام ١٩٦٠ وحوالى ٣٠.٥٪ في عام ١٩٧٠ .

ج - الكتلة الشرقية وتدرج الانتاج في دول الكتلة الشرقية منذ السنوات الاولى لبدء صناعة البترول في العالم الى أن تصدرت روسيا الدول المنتجة للبتروال في عام ١٩٠٠ ولكن ما لبثت ان فقدت هذه الصدارة باكتشاف الحقول الجديدة في امريكا ، ثم تعرضت حقول البترول في روسيا الى تدمير اثناء الحرب العالمية الاولى ، ثم بدأ انتاج الكتلة الشرقية يرتفع تدريجيا خلال العشرين سنة الماضية الى أن بلغ حوالى ١٦.٨٪ من الانتاج العالمى في عام ١٩٧٠ .

د - افريقيا ظلت افريقيا مجهولة بتروليا طوال المائة سنة الماضية وكان معظم انتاجها من مصر الى أن تفجرت حقول البترول في نيجيريا وليبيا والجزائر منذ حوالى خمسة عشر عاما فأصبح انتاج افريقيا يمثل حوالى ١١.٧٪ من الانتاج العالمى في عام ١٩٧٠ .

هـ - الشرق الاقصى برغم أن البترول قد ظهر في هذه المنطقة منذ السنوات الاولى لصناعة البترول وكان يتراوح بين ٤ - ٥٪ من انتاج العالم في أوائل القرن العشرين ، الا أن انتاج هذه المنطقة لم يتطور ، بل انخفض نسبيا واصبح لا يكون سوى ٢.٢٪ من انتاج العالم في عام ١٩٧٠ .

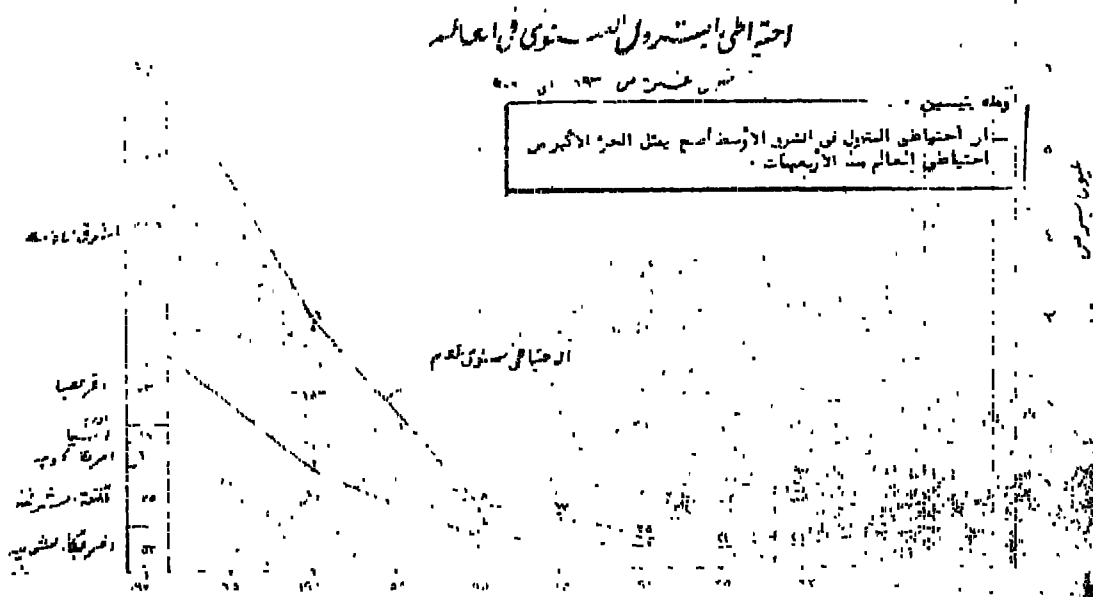
و - اوروبا الغربية ان اوروبا الغربية كانت ولا تزال على مر السنين اقل مناطق العالم انتاجا للبتروال فلم يتجاوز انتاجها حوالى ٥٪ خلال السنوات الطويلة الماضية ، ثم ارتفع أخيرا الى ١٥٪ في عام ١٩٧٠ رغم ما يبذل فيها من جهود كبيرة للكشف عن البترول .

موارد البترول الحالية والمتوقعة

من المقدر ان اجمالى كميات البترول التي يمكن استخراجها من طبقات الأرض تبلغ حوالى ٢٠٠٠ بليون برميل يوميا :-

- انتج واستهلك منها العالم حتى الآن ٢٧٥ بليون برميل منذ عام ١٨٦٠ .
- ويوجد منها حوالى ٦٠٠ بليون برميل كمخزون فى الحقول التى تم اكتشافها وهى الكمية الثابتة وجودها والتي يمكن استخراجها اقتصاديا .
- ومن المقدر انه من الممكن اكتشاف ما بين ٧٦٠ الى ١٠٧٠ بليون برميل اخرى فى المناطق التى لم تستكشف بعد وخاصة فى المناطق المفمورة بالمياه .

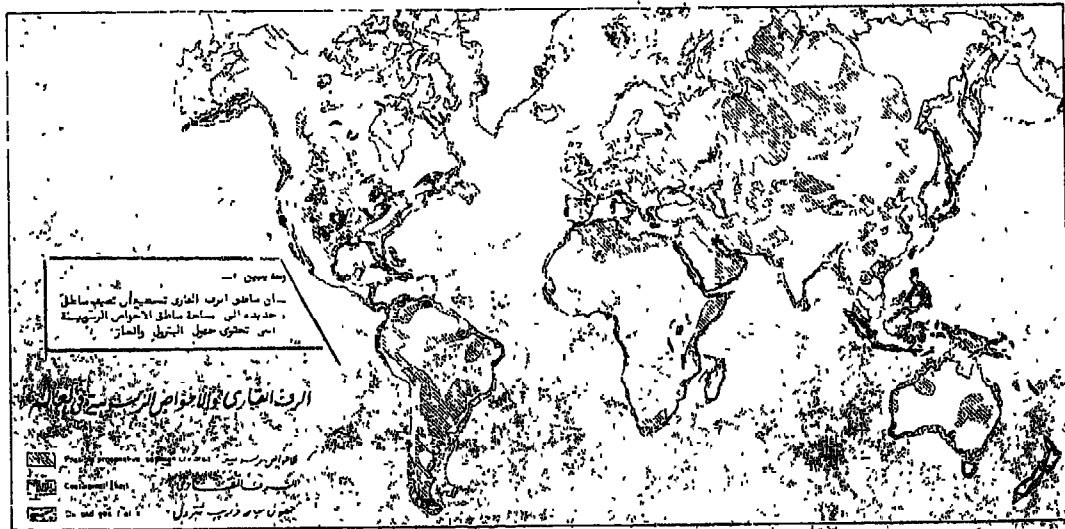
رصيد البترول فى العالم حاليا يوجد فى العالم الآن حوالى ٦٠٠ بليون برميل وهى كمية البترول التى يمكن استخراجها من حقول البترول المكتشفة بالطرق المتعارف عليها . ومعظم هذه الكمية موجود فى دول البترول بالشرق الأوسط . ويوضح الرسم البيانى المرفق (رسم ٤) كيف تطور رصيد البترول فى العالم خلال الأربعين سنة الماضية . فلم يكن هذا الرصيد يتجاوز ٨٠ بليون برميل فى عام ١٩٥٠ ثم بلغ ٣٠٠ بليون برميل فى عام ١٩٦٠ ثم بلغ حوالى ٦٠٠ بليون برميل عام ١٩٧٠ . ومنذ الخمسينات بدأ الشرق الاوسط يكون جزءا كبيرا من رصيد البترول فى العالم . فقد بلغ حوالى ٤٠ بليون برميل من اجمالى ٨٠ بليون فى العالم . ثم أصبح ١٨٣ بليون برميل من



اجمالي ٣٠٠ برميل عام ١٩٦٠ نم بلغ ٣٣٥ بليون برميل من اجمالى حوالى ٦٠٠ بليون برميل في العالم عام ١٩٧٠ .

البتترول المتوقع اكتشافه قد يبدو لأول وهلة أن رصيد البتترول المؤكد وجوده وهو ٦٠٠ بليون برميل رقم كبير نسبيا بالنسبة للكمية التى استنفذها العالم خلال ١١٠ سنة الماضية وهى ٢٧٥ بليون برميل . ولكن الواقع أن العالم بمعدل الاستهلاك الحالى الذى يتضاعف كل عشر سنوات يستطيع أن يستهلك هذه الكمية خلال عشرين سنة ما لم يحاول العالم الاقتصاد فى استهلاك البتترول ، وما لم تتجه صناعة البتترول الى اكتشاف المزيد منه فى المناطق القطبية والمناطق المغمورة بمياه البحار والمحيطات .

ولا شك أن البتترول الذى تم اكتشافه حتى الآن هو الأسهل أو الأقرب منالا والموجود فى مناطق يمكن الوصول اليها بسهولة - ولكن هناك مناطق لم يرتادها الباحثون بعد لصعوبة وارتفاع تكلفة العمل بها كالمناطق القطبية وبحر الشمال . وأهم من ذلك شواطئ المحيطات والمناطق العميقة المغمورة بالمياه . فمن المقدر متلا أن رصيد البتترول الموجود فى المناطق المغمورة بمياه البحار والمحيطات يساوى رصيد البتترول فى المناطق التى لا تغطيها مياه البحار . ولكن رصيد البتترول فى المناطق المغمورة لا يتجاوز الآن ١١٥ بليون برميل أى حوالى ١٩٪ من رصيد البتترول فى العالم . وذلك بسبب صعوبة وارتفاع تكلفة الكشف عن البتترول فى المناطق المغمورة ، ولكن عمليات البحث تتجه الآن نحو هذه المناطق بعد تطور أساليب التنقيب والحفر فى المياه العميقة ، وبعد أن أصبحت اقتصادياتها مناسبة على اثر ارتفاع أسعار البتترول . كل ذلك سوف يؤدي لاكتشاف المزيد من البتترول فى هذه المناطق ، وهذا ما يتوقعه الباحثون عن البتترول ويتطلعون الى هذه المناطق كمصدر أساسى للبتترول الذى لم يكتشف بعد . وتوضح الخريطة المرفقة (رقم ٥) توزيع هذه المناطق فى العالم . وهى تحيط بشواطئ القارات الخمس وتشمل البحار القليلة العمق نسبيا ، كالبحر الأبيض المتوسط وبحر الشمال وبحر اليابان والبحر الأحمر والبحر الأسود .



رسم رقم ٥

ومن دراسة قامت بها هيئة الأمم المتحدة عن امكانات قاع البحر من موارد معدنية يتبين ان شواطئ القارات التي تعرف باسم الحد القارى - Continental Margin يتكون من ثلاثة اجزاء هي :-

٢ - المنحدر القارى (Continental Shelf) وهى المنطقة الممتدة بين حد الأمواج الى بدء المنحدر القارى ، ويتراوح عرضها من عشرة الى بضعة مئات من الأميال وعمقها من ٢٠ الى ٦٥٠ مترا بمتوسط قدره ١٣٠ مترا . وتشمل أيضا بحار - بحر الشمال والادريانيك وبحر شرق الصين وغيرها .

٢ - المنحدر القارى (Continental Slope) وهى المنطقة القليلة الانحدار والتي تفصل بين المنحدر القارى وقاع المحيطات ، وتكون معظم الشاطئ الشرقى لامريكا الشمالية والجنوبية وبحر العرب وخليج البنغال وشرق افريقيا وجزءا كبيرا من غرب افريقيا .

وتدل الدراسة على أن الطبقات المغمورة بالمياه والتي هى تحت الرف القارى والجزء الاعلى من المنحدر القارى والتي تمتد حتى ٦٠٠ أو ١٠٠٠ متر عمقا ، ذات احتمالات بترولسة كبيرة كما أنها فى متناول أجهزة الحفر أيضا .

٣ - ويدخل فى اطار المناطق البحرية ذات الاحتمالات البترولية أيضا المناطق التي يغطيها البحر الابيض المتوسط والبحر الأحمر والبحر الاسود وبحر اليابان .

بترول بحر الشمال ويعتبر بحر الشمال من أمثلة المناطق المغمورة بالمياه التي لقيت اهتماما فاعطت نتائج بترولية ايجابية . فبحر الشمال هو جزء من الرف القارى لأوروبا الذى يمتد فى هذه المنطقة ويغطي مساحة كبيرة ، ونتيجة لعمليات الكشف والحفر أمكن اكتشاف عدة حقول للغاز ولزيت البترول .

فمن الغاز أمكن اثبات وجود حوالى ٢٣ الف بليون قدم مكعب بالإضافة الى حوالى ١٤ أخرى متوقعة .

ومن زيت البترول أمكن اكتشاف عدد كبير من الحقول بدأ الانتاج من بعضها ويجرى اعداد بعضها للانتاج ويقدر اجمالى رصيد البترول الذى يمكن استخراجه منها ما بين ١٤ - ٢٠ بليون برميل فى المياه الانجليزية والثروجية .

ولكن اكتشاف هذه الكميات من الغاز وزيت البترول قد استلزم انفاق أموال طائلة تبلغ أضعاف ما ينفق فى المناطق الأرضية .



الموارد البديلة للبترول

وقبل ان ينجح الانسان فى استخراج البترول الطبيعى من باطن الأرض بحفر الآبار كانت هناك جهود عديدة تبذل للاستفادة من الفحم والطفلة البترولية Oil Shale لاستخراج زيت الاضاءة ، ولكن هذه الجهود أخذت تتراخى تدريجيا مع تدفق البترول الطبيعى بفرارة من الحقول فلم يعد هناك مبرر لتحمل العناء والتكاليف الباهظة لاستخراج الوقود من الفحم أو الطفلة

البتروك . ولكن يبدو أن التاريخ يعيد نفسه الآن فيعود الانسان ليهتم ثانية بهذه الموارد لانتاج البتروك الصناعي كبديل للبتروك الطبيعي بعد أن بدأت دلائل عدم كفاية احتياطي البتروك وارتفاع أسعاره .

ويستخرج البتروك الصناعي من :-

- ١ - الفحم .
- ٢ - الرمال البتروكية - Tar Sands
- ٣ - الطفلة البتروكية - Oil Shale

والفحم يوجد بكميات هائلة في العالم تبلغ حوالي ٩٠٠٠ بليون طن ، بعضها مؤكد وبعضها متوقع . ومعظم هذه الكميات يوجد في الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة والصين حيث يوجد حوالي ٨٠٠٠ بليون طن والباقي وهو ١٠٠٠ بليون طن في بقية أرجاء العالم . وهناك طرق متعددة لتحويل الفحم الى زيت البتروك ولكنها تزال في مرحلة التجارب المتوسطة الحجم ومنها أيضا تحويل الفحم الى غاز .

أما الرمال البتروكية Tar Sands وهي عبارة عن طبقات رملية مشبعة بمادة بتروكية وأشهرها ما يوجد في أتا باسكا بكندا - وتوجد غالبية هذه الرمال في نصف الكرة الغربي وبصفة خاصة في كندا وفرنزويلا . وتقدر كميات البتروك التي تحتويها هذه الرمال بحوالي ١٤٦٧ بليون برميل ولكن بعض هذه الرمال يمكن استخراجه بسهولة لوجوده بالقرب من سطح الأرض والبعض يصعب استخراجه لوجوده على عمق ٢٠٠٠ الى ٣٠٠٠ قدم تحت السطح .

الموقع	ما يحتويه من بتروك (بليون برميل)	عمقه في باطن الأرض
كندا	٧٦٠	حتى ٢٠٠٠ قدم
فرنزويلا	٧٠٠	حتى ٣٠٠٠ قدم
الولايات المتحدة	٢	حتى ٢٠٠٠ قدم
مالاجاس	٢	حتى ١٠٠٠ قدم
مناطق أخرى	٢	

وتقوم شركة صن أويل بتشغيل معمل لانتاج البتروك من هذه الرمال بمعدل ٤٥ ألف برميل يوميا . ونتاج هذه الكمية يحتاج الى معالجة حوالي ١٠٠ الف طن من الرمال يوميا يجري استخراجها من تحت سطح الأرض الى عمق ١٠٠ قدم بأساليب التنجيم العادية ، ثم تنقل هذه الرمال الى أجهزة خاصة لمعالجتها بالمياه الساخنة والبخار والكيماويات فنتج مادة بتروكية تشبه البتروك العادي . وقد بلغت تكلفة هذه الوحدة حوالي ٢٤٠ مليون دولار ، وهذا ما يوازي أضاف ما يتكلفه حقل بتروك ينتج هذه الكمية من البتروك .

وأخيرا فان الطفلة البترولية Oil Shale عبارة عن صخور طينية تحتوي على مادة بترولية وتوجد بصفة خاصة في الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي والصين والبرازيل . ويقدر ما تحتويه هذه الصخور من البترول بحوالي ٦٨٥ بليون برميل . ولكن لا يمكن استخراج الا قدر قليل من هذه الكمية لما يحتاجه ذلك من معالجة الصخور بتسخينها الى درجة ٧٠٠ درجة فهرنهايت حتى تتحلل المادة البترولية (كيروجين) منتجة نوعا من الزيت الخفيف . ويتراوح ما ينتجه الطن الواحد من الصخور ما بين ١٠ - ١٠٠ جالون من الزيت . ويوجد الجزء الاكبر من هذه الصخور في الولايات المتحدة الامريكية وبالذات في ولايات كولورادو ويوتا ويومنج . ويقدر أنه يمكن استخراج حوالي ٨٧٠ بليون برميل منها ، أى ضعف كمية البترول المخزونة في حقول الشرق الاوسط وأفريقيا . ولكن عملية استخراج هذا البترول معقدة ومرتفعة التكلفة وهناك محاولات لاستخدام التفجيرات الذرية للمعاونة في استخراج البترول المخزن في هذه الصخور . والمشروع الوحيد الجارى الاعداد له لانتاج البترول من هذه الصخور سيقام في البرازيل لانتاج ٥٨ الف برميل يوميا .

وتعتبر الرمال المشبعة بالبترول Tar Sands أسهل الموارد استغلالا لانتاج البترول الصناعي تليها الطفلة البترولية تم الفحم . ولذلك فمن المقدر أن يبلغ انتاج البترول الصناعي الذى سيستخرج في عام ١٩٨٥ على الوجه التالي : -

- حوالي ١٢ مليون برميل يوميا من الرمال المشبعة بالبترول .
- من ١٠٠ - ٤٠٠ الف برميل يوميا من الطفلة البترولية .
- حوالي ٨٠ الف برميل يوميا من الفحم .

ولكنه لا شك أن ارتفاع اسعار البترول منذ اكتوبر الماضى وما عرضت له الدول الصناعية المستهلكة للبترول من خفض أو منع البترول عنها سوف يدفعها الى بذل جهد مضاعف في تنمية هذه الموارد .

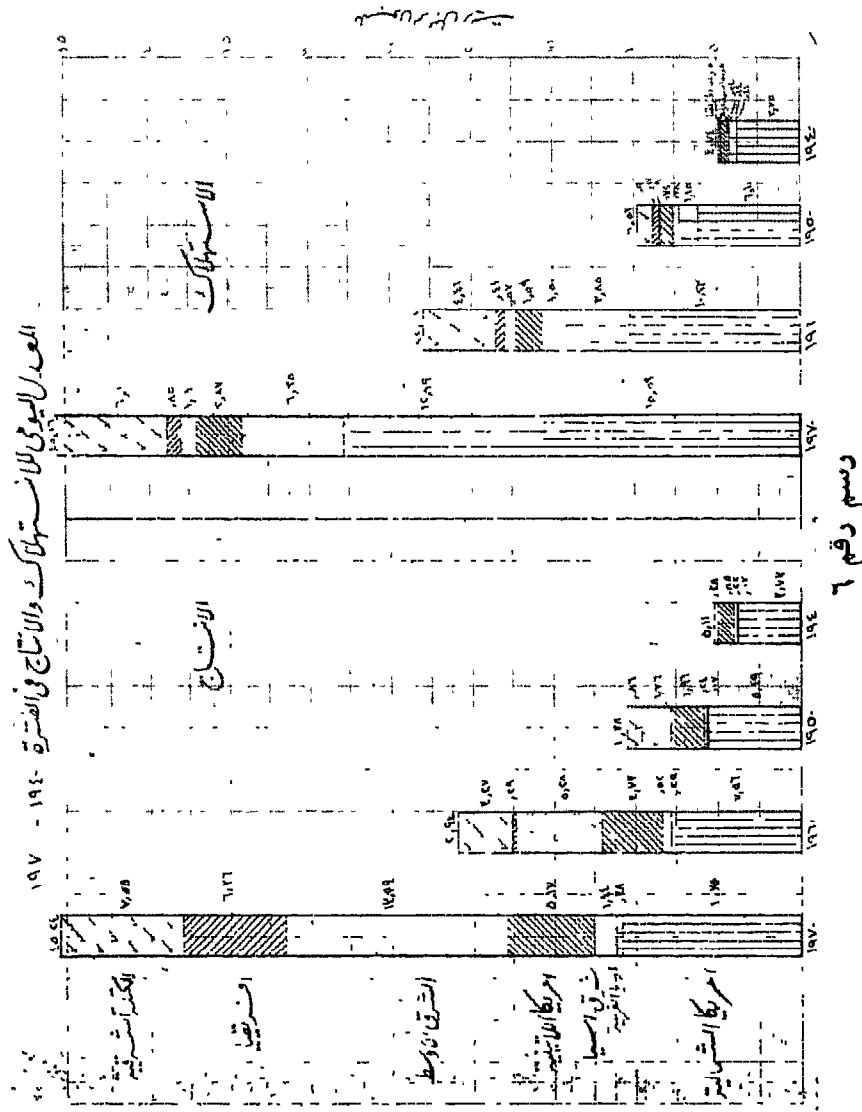


مناطق انتاج واستهلاك البترول

بلغ استهلاك العالم في عام ١٩٧٣ حوالي ٥٦ مليون برميل يوميا من زيت البترول بخلاف الغازات الطبيعية . وخلال الثلاثين سنة الماضية ، تضاعف استهلاك البترول مرة كل عشر سنوات على مستوى العالم . ولكن الدول تتفاوت في معدل استهلاكها للبترول تبعا لما تستهلكه من موارد الطاقة الاخرى كالفحم والغاز والقوى المائية ، وذلك تبعا لمستوى تطورها الحضاري والصناعي بصفة خاصة . ويمكن تقسيم العالم الى مجموعات من الدول كما يوضح الرسم رقم ٦ - وهذه المجموعات هي : -

١ - أمريكا الشمالية : وتشمل كندا والولايات المتحدة الامريكية .

وهي من اكثر مناطق انتاج واستهلاك البترول في العالم . فقد كانت الولايات المتحدة



دولة مصدرة للبتروول حتى عام ١٩٤٨ . وبعد ذلك أصبحت تكاد تكفي حاجتها ، ثم بدأت بعد ذلك تستورد البتروول لتستكمل حاجة استهلاكها المتزايد منه ، وخاصة بعد أن بدأ انتاجها المحلي يتناقص ابتداء من ١٩٧٠ ومعنى هذا أن الولايات المتحدة تحولت من مجموعة الدول المصدرة للبتروول الى مجموعة الدول المستوردة للبتروول. ولكن يبدو أن هذه المرحلة هي مجرد مرحلة مؤقتة لان لدى أمريكا الشمالية موارد من البتروول والفحم والطفلة والرمال البتروولية كفيلة بأن تعيد اليها مكانتها البتروولية السابقة .

٢ - أوروبا الغربية وتشمل مجموعة دول غرب أوروبا . وهي **ثاني منطقة تستهلك البتروول في العالم بعد منطقة أمريكا الشمالية** . ورغم أن دول غرب أوروبا تنتج البتروول من وقت طويل ، إلا ان انتاجها كان ولا يزال يقل كثيرا عن حاجة هذه الدول من البتروول ، بل ان الفجوة بين معدل ما تنتجه من البتروول ومعدل الزيادة السنوية في الاستهلاك تتزايد عاما بعد عام . ويبدو أنها سوف تستمر على هذا الحال برغم اكتشاف غازات وبتروول بحر الشمال الذي لا يغطي جزءا صغيرا فقط من استهلاك أوروبا الغربية من البتروول .

٣ - شرقي آسيا : وتشمل مجموعة دول شرقي آسيا وأستراليا . وهي **في مجموعها منطقة تستهلك من البتروول أكثر مما تنتج** ، لانها تضم اليابان وأستراليا والهند وبقية دول شرق آسيا التي تستهلك كميات كبيرة من البتروول . وتضم هذه المنطقة اندونيسيا التي تنتج من البتروول أكثر من استهلاكها وبالتالي تصدر معظم انتاجها الى الدول المجاورة وخاصة اليابان .

٤ - أمريكا اللاتينية وتضم دول أمريكا الجنوبية وهي **في مجموعها دول تنتج من البتروول أكثر مما تستهلك** وبالتالي فهي من مناطق تصدير البتروول . فهي دول مصدرة للبتروول وفي مقدمتها فنزويلا ومنها أيضا ترينداد وكولومبيا . وبقية دول هذه المنطقة تنتج أيضا البتروول ولكن ما تنتجه لا يكفي استهلاكها ، لذلك تستورد بعض البتروول لاستكمال حاجتها ومن ذلك البرازيل والمكسيك والارجنتين .

٥ - الشرق الاوسط تشمل دول الخليج العربي كما تشمل تركيا وسوريا . وهي **أكثر منطقة منتجة ومصدرة للبتروول** ، لان ما تستهلكه دول هذه المنطقة من البتروول لا يمثل الا جزءا ضئيلا جدا من انتاجها .

٦ - أفريقيا تشمل دول القارة الافريقية ، وهي **منطقة تعتبر الآن من مناطق تصدير البتروول بعد ظهور بتروول ليبيا والجزائر ونيجيريا** . وكانت عام ١٩٦٠ منطقة يزيد فيها استهلاك البتروول عن انتاجه .

٧ - الكتلة الشرقية وتضم الصين والاتحاد السوفيتي ودول شرقي أوروبا . وهي **منطقة تنتج البتروول بكمية تزيد قليلا عن حاجة استهلاكها المحلي** ولذلك تصدر القليل من انتاجها الذي يفيض عن حاجتها .

ملخص انتاج واستهلاك البترول في العالم ١٩٧٢ - بمليون برميل يوميا

أنتجت	واستهلكت	فاستوردت	أو صدرت	
١٣٣٧٩	١٨٥٧٧	٥١٩٨		امريكا الشمالية
-٤٦٤	١٣٢٥٣	١٢٧٨٩		أوروبا الغربية
١٨٨٣	٦٩٤٨	٥٠٦٥		شرق آسيا
٤٤٧٧	٢٨٠٣		١٦٧٤	امريكا اللاتينية
١٨٤١٤	-٩٠٦		١٧٥٠٨	الشرق الاوسط
٥٧٢١	١٣٤٠		٤٣٨١	افريقيا
٨٨٨٣	٨٣٦٨		-٥١٥	الكتلة الشرقية
٥٣٢٢١	٥٢١٩٥	٢٣٠٥٢	٢٤٠٣٣	المجموع

ومعنى هذا أن الكمية التي تتحرك في الاسواق تبلغ حوالي ٢٤ مليون برميل يوميا .



نالتا : البترول ومشكلة الطاقة

يسهد العالم اندفاعا شديدا نحو استهلاك البترول وتنافس الدول الصناعية الكبرى على استيراد البترول بكميات تزيد عاما بعد عام ، ولم يعد ذلك التهافت على الاستهلاك قاصرا على اليابان وأوروبا التي تفتقر الى موارد الطاقة ، بل امتد ايضا الى الولايات المتحدة الامريكية التي برغم ما لديها من موارد عذبة للطاقة ، الا انها اندفعت هي الاخرى نحو استيراد البترول بكميات متزايدة .

فأوروبا الغربية بلغ استهلاكها من البترول عام ١٩٧٠ حوالي ١٢ مليون برميل انتجت منها محليا حوالي ٣- مليون فقط والباقي استوردته من الخارج . ويقدر أن مبلغ استهلاكها في عام ١٩٨٥ سيكون ٢٥ مليون برميل يوميا ينتج منها محليا حوالي ٤ مليون برميل والباقي وهو ٢٠ مليون برميل عليها ان تستورده من الخارج .

واليابان يرتفع استهلاكها من البترول من ٤ مليون برميل يوميا عام ١٩٧٠ الى ١٠.٧ مليون برميل يوميا عام ١٩٨٥ . ومن المفروض أن تستورد كل هذه الكمية من الخارج .

والولايات المتحدة الامريكية بلغ استهلاكها عام ١٩٧٠ حوالي ١٥ مليون برميل يوميا ، ولكنها انتجت من ذلك حوالي ١١ مليون برميل يوميا ، واستوردت الباقي وقدره ٤ مليون برميل يوميا . ويقدر أن يرتفع استهلاكها عام ١٩٨٥ الى ٣٠ مليون برميل يوميا . ولكن بسبب انخفاض انتاجها فانها سوف تستورد حوالي ٢٠ مليون برميل يوميا . ونظرا للتناقص المتوقع لانتاج البترول في فنزويلا

التي تعطى الولايات المتحدة الأمريكية معظم حاجتها من البنزول ، لذلك تنجبه أمريكا الى الشرق الاوسط للحصول على حاجتها .

ونتيجة لذلك يتعرض رصيد البترول المخزون في العالم والذي يبلغ حوالي ٦٠٠ بليون برميل للاستنفاد السريع لان هذه الكمية لا تحتمل سرعة الاستهلاك الذي يتضاعف كل عشر سنوات ، ما لم يتم اكتشاف حقول جديدة نضاف الى رصيد البترول الثابت .

ونتيجة لذلك أيضا يشهد العالم من ناحية أخرى نقصا في الطاقة الانتاجية الفائضة لحقول البترول . فانتاج حقول البترول يكاد يعادل حاجة الاستهلاك العالمي المتزايد بفرق ضئيل جدا وهو وضع لم يواجهه العالم من قبل . فقد كانت مناطق الانتاج تحتفظ دائما بطاقة انتاجية فائضة تطلقها عند اللزوم في وقت الازمات .

ففي أكتوبر ١٩٥١ - أثناء ازمة تأمين البترول الإيراني ، نوقف انتاج ايران وهو يمثل ٧٪ من انتاج العالم من الخام ، ٢٧٪ من المنتجات البترولية اللازمة للعالم الغربي (١٥٠ الف برميل خام و ٥٠٠ الف برميل منتجات بترولية يوميا) . ولكن بوجود الطاقة الانتاجية الفائضة في أمريكا وفنزويلا ودول الخليج العربي أمكن تعويض النقص .

وفي أكتوبر ١٩٥٦ - عند اغلاق قناة السويس والانابسب . فقدت اوربا الغربية ٣٠٪ من البترول الذي يصلها في نوفمبر ١٩٥٦ . ولكن بوجود فائض طاقة انتاجية في أمريكا (التي رفعت صادراتها لاوروبا من ٥٠ الى ٥٠٠ الف برميل يوميا) وفنزويلا (التي رفعت انتاجها من ٦٧٠ الى ٨٤٠ الف برميل يوميا) امكن تعويض النقص .

ولكن في أكتوبر ١٩٧٣ - عندما انقصت الدول العربية انتاجها ٢٥٪ وهو ما يوازي ٥ مليون برميل تعذر تعويض هذا النقص لعدم وجود فائض طاقة انتاجية بهذا المقدار . فايران ونيجيريا واندونيسيا وفنزويلا مثلا لم تستطع أن تزيد انتاجها لتغطية هذا النقص . وكذلك أمريكا لم يكن لديها ما يكفي لتعويض هذا النقص وخصوصا بعد منع البترول عنها الذي بلغ حوالي ٣ مليون برميل يوميا .

وعدم وجود هذه الطاقة الانتاجية الفائضة له اسباب عديدة نجملها فيما يلي :

أولا - انخفاض أسعار البترول - منذ بدأ انتاج البترول في الشرق الاوسط ، تعرضت أسعاره لضغط شديد لخفض أسعاره . اولاً بتقييد أسعاره بسعر البترول الأمريكي في خليج المكسيك ثم تانيا بتحديد أسعاره وفق مصالح المستهلكين في أوروبا . وبذلك ظل سعر البترول في الشرق الاوسط يقل أو يزيد قليلا على دولارين للبرميل . وظل على هذا المستوى حتى أوائل السبعينات عندما بدأت أزمة النقد العالمي ، فارتفع قليلا عن هذا المستوى حتى بلغ حوالي ٣ دولارات للبرميل في أكتوبر ١٩٧٣ . وفي منتصف أكتوبر ١٩٧٣ اتحدت الدول المنتجة للبترول قرارها الهام برفع أسعار البترول ، فارفعت أسعاره تدريجيا الى أن وصل قيمته الحالية وهي حوالي ١١.٦

دولار للبرميل من البترول العربي الخفيف (جدول رقم ١) . وقد ترتب على انخفاض سعر البترول طوال السنوات الماضية نتائج عديدة منها : -

(جدول رقم ١)

تطور أسعار البترول في الشرق الأوسط محتملا في
سعر البترول العربي الخفيف من درجة ٣٤ فوب
رأس تنورة بالخليج العربي

السعر	السنوات
١ر٣٣ دولار	متوسط الفترة من ١٩١٣ - ١٩٤٧
١ر٧٢	١٩٥٠
١ر٩٣	سبتمبر ١٩٥٦
٣ر٠٨	نوليه ١٩٥٧
١ر٩٩	فبراير ١٩٥٩
١ر٨٠	سبتمبر ١٩٦٠
٢ر١٨	فبراير ١٩٧١
٢ر٢٨	نونه ١٩٧١
٢ر٤٧	يناير ١٩٧٢
٢ر٥٩	يناير ١٩٧٣
٢ر٧٤	ابريل ١٩٧٣
٢ر٨٩	يونيه ١٩٧٣
٢ر٩٥	نوليه ١٩٧٣
٣ر٠٠	اغسطس ١٩٧٣
٥ر١١	اكتوبر ١٩٧٣
٥ر١٧	نوفمبر ١٩٧٣
١١ر٦٥	يناير ١٩٧٤

٤ - الاندفاع في استهلاك البترول وخاصة في امريكا التي يبلغ متوسط استهلاك الفرد فيها ١١ طن سنويا مقابل ٥ - ٦ طن في أوروبا ومقابل ما متوسطه ٣ طن للفرد في العالم ، ويتمثل ذلك في الاندفاع باستخدام السيارات الخاصة التي تستهلك البنزين بنسراة بحيث أصبحت الوسيلة الأساسية للانتقال بدلا من وسائل النقل الجماعية كالانوبيسات والقطارات وما يرتب على ذلك من ارتفاع استهلاك الفرد / كيلو متر الذي يبلغ في حالة السيارة الخاصة أربعة أمثال استهلاك الفرد/ كيلو

متر في حالة استخدام الاتوبيس ، ويساوى ٥٠ مرة استهلاك المرء/كيلو متر في حالة استخدام القطار . ويتضح هذا الاسراف بأكثر من ذلك في نقل المهمات كما يتبين من الجدول الاتي :-

متوسط استهلاك الطاقة في عمليات النقل في الولايات المتحدة	
نقل الركاب بين المدن	
١٠٩٠	الاتوبيس
١٧٠٠	القطار
٤٢٥٠	السيارة
٩٧٠٠	الطائرة
نقل الركاب داخل المدن	
١٢٤٠	الاتوبيس
٥٠٦٠	السيارة
نقل البضائع بين المدن	
(الوحدة الحرارية للطن/كيلو متر)	حطوط الانابيب
٤٥٠	النقل المائي
٥٤٠	القطار
٦٨٠	اللوري
٢٣٤٠	الطائرات
٣٧٠٠٠	

وتمثل هذا الاسراف أيضا في عدم الاهتمام بالمواد العازلة في بناء المساكن والمكاتب ، نظرا لان تكلفة هذه المواد العازلة أكبر من تكلفة ما يضيع من الوقود اللازم لتدفئة أو تبريد هذه المساكن .

(ب) عدم اهتمام الشركات في البحث عن البترول في المناطق النائية او المناطق الغمورة بالمياه نظرا لارتفاع تكاليف عملية البحث بها . الامر الذي يجعل الشركات تتجنب العمل بها رغم وجود دلائل كبيرة ولكنها تزيد كمية البترول التي يمكن أوضحت ذلك فيما سبق .

وكذلك عدم اهتمام الشركات بتنمية الحقول القليلة الانتاج والتي يوجد منها الكثير في امريكا باعتبارها ضئيلة الانتاج وأن انتاجها الضئيل لا يحقق للشركات عائداً اقتصادية مجزية تشجعها على الاستغلال . وذلك بالإضافة الى عدم اهتمام الشركات باجراء عمليات الاستخلاص النانوية في حقول البترول القديمة أو اجراء عمليات الاستخلاص . فمن المعروف ان حقول البترول لا تنتج في العادة سوى ٣٠ - ٤٠٪ من البترول المخزون بها . وأن زيادة هذه النسبة تحتاج الى حقن المياه او الغازات في هذه الحقول لدفع البترول الى سطح الارض وهي عملية تحتاج الى استثمارات كبيرة ولكنها تزيد كمية البترول التي يمكن استخدامها من هذه الحقول . فمن المفرد مثلا أن عمليات الاستخلاص النانوية تستطيع أن تضيف الى الرصيد الموجود حاليا في امريكا مثلا حوالي ٥٠ بليون برميل بالإضافة الى الرصيد الموجود حاليا في امريكا وقدره ٣٦ بليون برميل الذي يمكن انتاجه بطرق الاستخلاص العادية .

ونتيجة لذلك أصبح مقدار ما يستهلكه العالم سنويا من البترول يزيد في السنوات الثلاث الاخيرة على مقدار الزيادة في رصيد البترول خلال هذه الفترة .

ج - عدم اهتمام الشركات بالبحث عن موارد بديلة للبترول كانتاج البترول الصناعي من الفحم والرمال والطفلة البترولية رغم ما نستطيع أن تعطيه هذه الموارد الطبيعية من كميات هائلة من الطاقة ، ولكن نظرا لارتفاع تكلفة استخراجها فان الشركات تتجنبها طالما بقيت أسعار البترول منخفضة .

نايما - المبالغة في حماية البيئة - نتيجة للاهتمام بعدم تلوث الهواء والمياه فقد أصدرت الحكومات قوانين تمنع استخدام كثير من موارد الطاقة ومنها أمريكا التي أصدرت في عام ١٩٧٠ قانونا يمنع استخدام الوفود الذي بحتوى على ١٪ كبريت ، مما يترتب عليه عدم حرق كميات كبيرة من الفحم التي تقدر بحوالى ٣٠٠ - ٤٠٠ مليون طن في عام ١٩٧٥ . وهذا يعنى ضروره عوبضها بحوالى ٥٠ مليون برميل يوميا من الزيت . وكذلك يؤدي هذا القانون الى تقييد استخدام البترول الذي يحتوى على نسبة من الكبريت (وهو النوع الغالب وجوده في العالم) قبل معالجة هذا الخام لاستخلاص الكبريت منه . وقد أدت قوانين البيئة أيضا على تأخير استخدام الطاقة الذرية في أمريكا مما يؤدي الى زيادة احتياج أمريكا لحوالى ٢ مليون برميل يوميا لتعويض هذا التأخير في استخدام الطاقة الذرية .



علاج مشكلة الطاقة

على هذا فان العلاج الاساسى لمشكلة الطاقة هو العمل على إيجاد طاقة فائضة سواء بالكتف عن موارد بترولية جديدة وتطوير موارد جديدة للبترول والحد من الاسراف في استخدام البترول . لذلك كان رفع أسعار البترول الذي أقدمت عليه دول منظمة الأوبك أخيرا علاجاً مؤثراً لازالة مشكلة الطاقة . ولكن هذا العلاج له في ذات الوقت ردود فعل أخرى قاسية منها : -

- ١ - تأثيرها على الدول الصناعية التي تعتمد على البترول كمورد أساسى للطاقة في الوقت الحاضر وما يترتب عليه من رفع تكلفة إنتاجها الصناعى وبالتالي رفع أسعار المنتجات الصناعية الذي يضر بالاقتصاد العالمى .
- ٢ - تأثيرها على الدول النامية التي لا تصدر البترول بل تستورده كما تستورد أيضا المنتجات الصناعية بأسعارها المرتفعة .

ومن نم يظهر الحاجة الآن الى تنسيق أسعار البترول وأسعار المنتجات الصناعية من ناحية ، والى علاج ما يترتب على رفع أسعار هذه المواد بالنسبة للدول النامية لكي لا يؤدي رفع أسعار البترول الى عواقب متشعبة الضخمة العالمى والى اضعاف قدرة الدول النامية .

وليس من سكر في ان العلاج السريع لمشكلة الطاقة يكمن في سرعة زيادة ارسدة البترول ، وهذا ما يشر موضوع تكلفة إنتاج البترول واعداده للمستهلك . فصناعة البترول تحتاج الى انفاق أموال طائلة حتى نستطيع ان توصل البحث عن هذه الموارد ونقوم باعداد حقولها للإنتاج ، وتقوم أيضا بالعمليات اللازمة لنقل وتكرير وتصنيع البترول وتسويقه حتى يصل الى المستهلك . وقد بلغ ما تحمته صناعة البترول في العالم (باستثناء الكتلة الشرقية) حوالى ٢٢٣ بليون دولار حتى

عبد السميع مصطفى *

الطاقة في الحاضر والمستقبل

مقدمة

يواجه العالم حالياً نقصاً كبيراً في الوقود التقليدي (الفحم والبتروول والغاز الطبيعي) وارتفاعاً في أسعاره - كما يواجه ارتفاعاً نسبياً في أسعار الوقود النووي - وبناء على ذلك ازدادت البحوث الجديدة والاهتمامات الكبيرة لاستغلال الطاقات التي لا تفتنى مثل الطاقة الشمسية ، وطاقة المد ، وطاقة الرياح ، والطاقة الحرارية داخل الأرض وفي المحيطات - كما يبذل المهندسون والعلماء قصارى الجهد لزيادة كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية من الوقود التقليدي ومن الوقود النووي - هذا وقد حدث تقدم كبير في نظم ومعدات إنتاج ونحويل الطاقة من المصادر

* دكتور/عبد السميع مصطفى . رئيس مجلس إدارة مركز بحوث المواصلات السلكية واللاسلكية وأستاذ غير متفرغ بكلية الهندسة جامعة الاسكندرية - له بحوث ومؤلفات ومدارس بحث في افرع الالكترونيات والكهرباء المختلفة . منحه الجمعية الدولية لمهندسي الكهرباء والالكترونيات بامريكا درجة الزمالة في يناير سنة ١٩٦٧ .

الحرارية ، سواء كانت تقليدية أو نووية ، ومن المصادر الضوئية ، ومن المواد الكربونية الطبيعية وغير الطبيعية (وغير ذلك) الى طاقة كهربية مباشرة بدون وساطة الآلات الميكانيكية المتحركة ، كما هو الحال في المعدات التقليدية لتحويل الطاقة حيث يحرق الوقود التقليدي وتتحول طاقته الى حرارة ، وفي حالة الوقود النووي تنشط ذرات المواد الثقيلة أو تلتحم ذرات المواد الخفيفة منتجة في أي من الحالتين ذرات أخرى أخف وزنا في مجموعها . ويتحول الفرق بين كتلة الذرات الاصلية وكتلة الذرات الناتجة الى طاقات أهمها الطاقة الحرارية ، وفي جميع الحالات التقليدية تنتج الطاقة الحرارية البخار أو تسخن الغازات ، فيضفط البخار أو نضفط الغازات على الآلات الميكانيكية فتديرها ، وتدير الاخيرة المولدات (أي المنتجات) الكهربائية لانتاج الطاقة الكهربائية - وبذلك اما تزداد كفاءة التوليد والتحويل ، أو يقل وزن المعدات اللازمة . وفي كلتا الحالتين تقل الضوضاء فتزداد كفاءة العاملين .

أن أهم المعدات الحديثة لانتاج وتحويل الطاقة الكهربائية هي المعدات الكهربائية التي تعمل بنظام ديناميكية الموائع المغناطيسي ، وفيها يتحول ضغط الغازات المؤينة (ذات التوصيل الكهربى المتوسط) الى حركة فتسرع هذه الغازات داخل مجال مغناطيسى فنتج طاقة كهربية - أو تنتقل فيها جزء من كمية حركة أبخرة مضافوطة الى معدن منصهر (جيد التوصيل الكهربى) فيسرع داخل مجال مغناطيسي منتجا طاقة كهربية - ونصل كفاءة التحويل في الوحدات ذات القدرات الكبيرة الى ٥٠٪ - ثم المعدات الكيميائية الكهربائية (أى بطاريات الوقود) وفيها يتحول الوقود الى طاقة كهربية عن طريق التفاعلات الكيميائية بكفاءة عالية تصل الى ٩٠٪ - فاذا علمنا ان أقصى كفاءة المعدات التقليدية لانتاج الطاقة الكهربائية هي ٤٠٪ تبين لنا أهمية هذه المعدات الحديثة .

ومن المعدات الحديثة أيضا لانتاج الطاقة الكهربائية ((المعدات الحرارية الكهربائية)) (والمعدات الحرارية الأيونية) وفيهما تتحول الطاقة الحرارية الى طاقة كهربية بكفاءة تصل الى ١٠٪ في الحالة الأولى والى ٢٠٪ في الحالة اثنائية - ثم المعدات الضوئية الكهربائية وفيها تتحول الطاقة الضوئية الى طاقة كهربية بكفاءة تصل الى ١٥٪ - وبالرغم من أن كفاءة التحويل هنا منخفضة نسبيا الا أن المعدات خفيفة الوزن وتعمل في سكون ، فهي تلائم معدات الفضاء والمعدات الحربية ، بالإضافة الى أنها توائم مصادر الطاقة فيهما وهى الطاقة الشمسية والطاقة النووية . ثم هناك معدات تجمع بين محولات الطاقة الحرارية الأيونية والتريينات البخارية تهدف الى الحصول على طاقة كهربية كبيرة بكفاءة أعلى من كفاءة التريينات البخارية التى تعمل بالوقود النووي .

وقد أحدثت (وسوف تحدث) المعدات الحديثة لانتاج وتحويل الطاقة انقلابا ثوريا في النظم التقليدية في معظم احتياجات الصناعة ووسائل النقل والإضاءة وغيرها وكذلك في الاحتياجات الخاصة بمعدات الفضاء والمعدات الحربية وفي الأماكن النائية البعيدة عن العمران .

وسوف يشهد الجزء الاول من القرن الحادى والعشرين انتشار معدات انتاج الطاقة الكهربائية مباشرة سواء كان ذلك بنظام ديناميكية الموائع المغناطيسى أم بالنظام الحرارى الكهربى ، حيث تتحول الطاقة النووية مباشرة الى طاقة كهربية ، متفادين في ذلك الخطوات التقليدية من انتاج البخار في التريينات التى تدير بدورها المولدات الكهربائية - كما سوف ينتشر استخدام الطاقة الناتجة من دوران الأرض (طاقة الرياح وطاقة المد) - ومن المحتمل أيضا أن تؤدي

الابحاث الى نظم سهلة ورخيصة لانتاج الطاقة النووية عن طريق التحام ذرات المواد الخفيفة مع استخدام أشعة الضوء المتناسك (الليزر) .

أما أهم نظم ومعدات تخزين الطاقة من الوجهة العملية فهي نظام المحطات الكهربائية ذات الخزانات المزودة بالمضخات ، حيث يستخدم فائض الطاقة الكهربائية أثناء الليل (خاصة في المناطق الصناعية) في ادارة المضخات لرفع الماء الى خزانات عالية . وفي خلال النهار تتدفق المياه من الخزانات فتعمل المضخات كتوربينات تدار برفع الماء ، وتدير الاخيرة بدورها معدات كهربية لانتاج الكهرباء - ثم نظام تحويل الكهربائية الى طاقة كيميائية وتخزينها في بطاريات كهربية . كما ان هناك طرقا اخرى كثيرة لتخزين الطاقة وخاصة اذا كانت تستهلك في المعدات المتحركة (مثل السيارات والطائرات ومركبات الفضاء والصواريخ والفواصات) اهمها الطاقة المخزونة في الرباط النووي (بالوقود النووي) والطاقة المخزونة في الرباط بين ذرات المادة (الوقود الكيميائي والوقود التقليدي من فحم وزيت) وبين الذرات المؤينة وغير ذلك .

أما فيما يختص بنقل الطاقة الكهربائية وتوزيعها فأحدث نظمها هو نقلها على خطوط الضغط الكهربى الفائق سواء كان متغيرا أم مستمرا . ان أحدث النظم في شبكات التوزيع هي استخدام الكابلات الارضية ، ومن المحتمل ان يشاهد في الجزء الاول من القرن الحادى والعشرين انتشار نقل الطاقة مع استخدام الليزر . كما يبذل المهندسون جهودا مثمرة في تحويل الغاز الطبيعى الى سائل عن طريق التبريد حتى 1٤٧°مطلقة - وبذلك يمكن نقله لمسافات طويلة بسهولة ويسر ، ذلك لانه يشغل في الحالة السائلة أقل من جزئين من الألف من حجمه في الحالة الغازية .



أ - معنى الطاقة ومعنى تحويلها :

إذا رفع الانسان ثقلا معيناً يقال انه عمل شغلا أو بذل طاقة - كذلك اذا جر الحصان عربة يقال انه عمل شغلا أو بذل طاقة - ان الطاقة هاتين الحالتين هي **طاقة ميكانيكية** (أو طاقة حركية) - الطاقة لانفنى بل تتحول من نوع الى نوع آخر - ان أبسط الأمثلة الملموسة في تحويل الطاقة هو المثل الآتى : عندما يحرك الانسان ذراعيه (مثلا) في الشتاء فانه يشعر بالدفء وتفسير ذلك ان الطاقة الميكانيكية (والتي هي حركة الذراعين) قد تحولت الى طاقة حرارية رفعت درجة الحرارة ف شعر الانسان بالدفء .

الشغل الميكانيكى طاقة والحرارة طاقة والكهرباء (التى تنير المنازل وتدير الآلات) طاقة ، والوقود (من فحم وزيت) طاقة ، بل والمادة نفسها طاقة ، فالمادة طاقة مركزة والطاقة مادة طليقة - ان الغذاء الذى نتناوله في طعامنا طاقة يمدنا (بعد تمثيله) بالحرارة وبالطاقة الميكانيكية اللازمة لتحركاتنا المختلفة - فموضوع انتاج وتحويل الطاقة يشمل الحياة جميعها .

ب - مصادر الطاقة :

ان مصادر الطاقة كثيرة ومتشعبة - فهناك طاقة الوقود المخزونة في الارض في صورة فحم وزيت ونباتات خشبية وغازات طبيعية ، وهناك طاقة مساقط المياه (سواء كانت ناتجة من شلالات صنعتها الطبيعة أم من سدود صنعها الانسان) ، وهناك الطاقة الشمسية ، وهناك طاقة الرياح

(الميكانيكية) وهناك طاقة المد ، وهناك طاقة التلوج وهى على الجبال الشامخة فهى طاقة وُضِعَ يتحول الى طاقة حركة عند ذوبان هذه الثلوج ، وهناك الطاقة الحرارية بالهواء الذى يحيط بنا والطاقة الحرارية فى القشرة الارضية تحت السطح ، والطاقة الحرارية فى مياه الانهار والبحار والمحيطات (ولو أن درجة حرارة مصدر الطاقة هنا منخفضة الا أن الكمية الحرارية الموجودة كبيرة نسبيا) ، كما أن هناك الطاقة الحرارية الهائلة التى فى جوف الارض والتى تُصنهرُ وتذيب بعض ما فى جوف الارض فيظهر فى شكل براكين ، وهناك طاقة المادة نفسها وهى الطاقة النووية .

ويمكن تقسيم هذه المصادر للطاقة الى مجموعتين اساسيتين :

المجموعة الاولى : وهى الطاقة ذات الكمب المحدودة وتشمل ما يأتى :

١ - الوقود التقليدى ، سواء كان صلبا (مثل الفحم والنبات الخشبية) أم سائلا (مثل البترول بمشتقاته المختلفة) أم غازيا (مثل الغازات الطبيعية) وجميعها فى تناقص مستمر نظرا للزيادة المطردة فى استهلاكها .

٢ - الوقود النووى وأهم أنواعه ، أكسيد اليورانيوم وأكسيد الثوريوم .

المجموعة الثانية : وهى المصادر التى لا تنعدم أبدا (طالما هناك حياة على وجه الارض) ومن أهمها ما يأتى :

١ - الطاقة الناتجة من مساقط المياه .

٢ - الطاقة الشمسية .

٣ - طاقة الرياح .

٤ - طاقة المد .

٥ - طاقة التلوج على الجبال الشامخة .

٦ - الطاقة الحرارية داخل الارض وفى مياه المحيطات والبحار والانهار .

يبدل المهندسون والعلماء قصارى جهدهم ويتحدون أفكارهم فى استغلال هذه الطاقات باكبر كفاءة ممكنة مع أقل النفقات - وفى سبيل ذلك يقومون بتحويل الطاقة عند مصادرها ومصادرهما الى نوع يمكن نقله (بأقل النفقات واكبر الكفاءات) الى مكان استغلالها ، والى نوع يمكن تخزينه بأقل النفقات واكبر الكفاءات أضحى يمكن استغلاله فى الوقت المناسب . ومن أمثلة التخزين « المحطات الكهربائية ذات الخزانات المزودة بالمضخات » ، **ففى المناطق الصناعية تكون مطالب الكهرباء قليلة أثناء الليل وكثيرة أثناء النهار ، فيستخدم فائض الطاقة الكهربائية (أثناء الليل) فى ادارة محركات كهربية تدير بدورها المضخات لرفع الماء الى خزانات على قمة عالية ، وفى خلال النهار تتدفق المياه بانحدارها من هذه القمة العالية فتعمل المضخات كتوربينات تدار بدفع الماء ، وتدير الأخيرة بدورها مولدات كهربية لإنتاج الكهرباء - تصل الكفاءة فى هذه الحالة الى كفاءة أى من التربينات او المضخة وتصل سعة الوحدة منها الى أكثر من مائة (بل مائتي) ألف كيلووات - تقل النفقات التى تتطلبها مشروعات التخزين بهذه الطريقة اذا كان هناك خزانات طبيعية على قمة عالية (ارتفاعها من مائة الى خمسمائة متر) .**

ولكن لماذا تحول الطاقة من نوع الى نوع آخر؟ وما هو هذا النوع الآخر؟

غالباً ما توجد مصادر الطاقة (سواء كانت فحماً أم زيتاً أم مساقط مياه أم طاقة رياح أم غير ذلك) في مواقع بعيدة عن أماكن استغلالها ، فلا بد إذن من نقل الطاقة من منبعها (مصدرها) الى مكان استغلالها . ان الطريقة المثلى لنقل الطاقة من مكان الى مكان آخر هي النقل الكهربى لكفاءته العالية وسهولة صيانتة وشغليه - لا بد إذن من تحويل الطاقة ايا كان نوعها قبل نقلها الى طاقة كهربية . أما في المسافات الطويلة فالطاقة الكهربائية ليست الافضل لارتفاع تكاليف نقلها ولعدم امكان تخزينها بكفاءة توازي خزن الوقود نفسه ، ونوع الطاقة الافضل في هذه الحالة هو « الايدروجين » فهو ايسر أنواع الوقود نقلاً وخبزناً وأكبرها اقتصاداً - والفكرة الأساسية في اقتصاديات الايدروجين هي « اقامة المحطات النووية » أو « المحطات التقليدية » عند المناطق الساحلية وانتاج الطاقة الكهربائية منها ، تم استخدام التيار الكهربى المستمر في « التحليل الكهربى » لتحويل مياه البحر المالحة الى عذبة ثم انتاج « الايدروجين » ونقله بالسفن خارج البلاد للتصدير أو نقله داخل الاقاليم للاستفادة به كوقود .



سوف نضطر هنا الى استعمال بعض المصطلحات الخاصة بالطاقة الكهربائية مثل « القدرة الكهربائية » و « الضغط الكهربى » ، و « التيار الكهربى » و « المقاومة الكهربائية » و « الشحنة الكهربائية » ووحداتها العملية جميعاً لذلك قد يكون من الاصح توضيح معنى هذه المصطلحات ووحداتها العملية باختصار .

✽ **الوحدة العملية للطاقة الكهربائية** هي « الكيلوات ساعة » (والجهاز الذى يقدرها هو العداد الكهربى) ، وهى تعادل الشغل الذى يبذل الانسان عند رفع ثقل مقداره ٣٦٧٠ كيلوجراماً مسافة مقدارها مائة متر ، كما تعادل الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة ٣٠٠ لتر من الماء ٥ درجة مئوية .

✽ **الطاقة تساوى « القدرة » (المتوسط) بضرباً في الزمن** ، فالقدرة هي معدل تغير الطاقة . ان الوحدة العملية للقدرة الكهربائية هي « الكيلوات » وهى تساوى ألف وات . ان المصباح الكهربى الذى قدرته تساوى مائة وات يستهلك طاقة مقدارها كيلو وات ساعة اذا استمر مضيئاً لفترة عشر ساعات .

✽ **« القدرة الكهربائية » (في أبسط حالاتها) تساوى « الضغط الكهربى » مضروباً في « التيار الكهربى »** : الوحدة العملية للضغط الكهربى هي (الفولت) وللتيار الكهربى هي « الامبير » .

اذا مر تيار كهربى في مقاومة كهربية نتج عند طرفيها ضغط كهربى يساوى التيار الكهربى مضروباً في المقاومة . ان فتيل المصباح الكهربى هو من الامثلة الممثلة للمقاومة الكهربائية . وأن الوحدة العملية للمقاومة الكهربائية هي « الأوم » ويساوى المقاومة التي اذا مر بها تيار مقداره امبير نتج عند طرفيها ضغط كهربى مقداره فولت . اذا اتصل مصباح كهربى قدرته ١٠٠ وات بضغط

كهربى مقداره ٢٠٠ فولت يمر فيه تيار كهربى مقداره نصف امبير . ويكتب عادة الرقم الذى يدل على القدرة ، والرقم الذى يدل على مقدار الفولت على غلاف المصباح الكهربى .

✳ **التيار الكهربى هو معدل تغير الشحنة الكهربائية ، أى انه عبارة عن كمية الشحنة الكهربائية التي تتدفق كل ثانية .** الوحدة العملية للشحنة الكهربائية هي « الكولوم » وأصغر شحنة كهربية في الوجود هي شحنة مايسمى « بالالكترون » وهي شحنة سالبة وتساوى 1.6×10^{-19} كولوم .
فالكهرباء ليست انسيابية المقادير بل هي متقطعة، أى تتكون من قطع صغيرة مكهربة تسمى الالكترونات . الالكترون هو أحد مكونات ذرة المادة ، ومعنى ذلك أن الكهرباء موجودة في ذات المادة ، **فالكهرباء لا تخلق ولا تستحدث . وفيما يلي شرح مبسط لتكوين ذرة المادة :**

ان اصفر جزء يمكن أن تنقسم اليه المادة بالطرق الميكانيكية هو الجزيء ، أما اصفر جزء يمكن أن تنقسم اليه بالطرق الكيميائية فهو الذرة .

تتكون ذرة أى مادة من نواة موجبة التكهرب يدور حولها عدد من الالكترونات السالبة التكهرب ، وان الشحنة الموجبة التي تحملها النواة تساوى في المقدار الشحنة السالبة التي تحملها الالكترونات ، فالذرة في مجموعها متعادلة كهربيا ، وتنقسم الالكترونات حول النواة الى مجموعات أو طبقات ، وأن الالكترونات في أية مجموعة لها نفس الطاقة الكلية تقريبا (الطاقة الكلية للالكترون تساوى طاقته الحركية الناتجة من دورانه حول النواة مضافا اليها طاقة وِضْع ، وهي طاقة كهربية ناشئة أساسا من شحنة الالكترون السالبة التكهرب وشحنة النواة الموجبة التكهرب) - كما ان طاقة الالكترونات الخاصة بأبعد طبقة من النواة هي أقل طاقة ، وأن الالكترونات هذه الطبقة هي التي تحدد الخواص الكيميائية والطبيعية للمادة وهي تسمى الالكترونات المتحفزة أو المستعدة ، فهي دائما في حالة استعداد وتحفز للتفاعلات الكيميائية والتوصيل الكهربى . اذا فقدت الذرة احد الكترونها (أو اكثر) أصبحت « أيونا » ذاشحنة كهربية موجبة ، أما اذا اكتسبت الكترونا (أو اكثر) أصبحت أيونا سالبا .

يمر تيار كهربى مقداره امبير (فى سلك ما) عندما يمر فى السلك عدد من الالكترونات كل ثانية يساوى واحدا مقسوما على 1.6×10^{-19} أى 6.25×10^{18} الكترون (أى مايزيد على ستة بلايين البلايين من الالكترونات) .

اذا حركنا سلكا معدنيا فى مجال مغناطيسى دائم أو مغناطيسى كهربى (بحيث يقطع الخطوط المغناطيسية لذلك المجال) نتج عند طرفى السلك ضغط كهربى ، واذا وصلنا طرفى السلك بفنيل مصباح كهربى يضيء المصباح ، لقد تحولت الطاقة الحركية (أى الميكانيكية) الى طاقة كهربية ، وهذا هو الأساس العريض للمولد (المنتج) الكهربى .

وبالعكس اذا مر تيار كهربى فى السلك وهو تحت تأثير المجال المغناطيسى نتج عن ذلك قوة ميكانيكية تحرك السلك ، والسبب فى ذلك أن التيار الكهربى بالسلك سيصعبه مجال مغناطيسى فهو مغناطيس كهربى ، فيتنافر أو يتجاذب مع المغناطيس الاصلى نبعثا لاتجاه التيار الذى يمر فى السلك ، لقد تحولت الطاقة الكهربائية الى طاقة حركية ، وهذا هو الأساس العريض للمحرك الكهربى .

والسؤال الذى يتبادر الآن الى الازهان هو :

كيف استغل الانسان الطاقة الطبيعية لخدماته ؟

ربما كانت الطواحين المائية التى تدار من مساقط المياه هى أقدم المعدات التى استخدمها الانسان للحصول على طاقة لإدارة الآلات ، وبأبى بعدها (وربما معها) طواحين الهواء (التى تدار بقوة الرياح) ، وقد استخدمها الانسان منذ ألفى سنة فى طحن الحبوب ، وخاصة القمح ، وفى إدارة المضخات لرفع المياه ورى الاراضى لزراعها . ومنذ حوالى قرنين من الزمان بدأ عصر الصناعة ، وبدأ معه استغلال الطاقة المخزونة فى الارض من فحم وزيت ونباتات خشبية وغازات طبيعية ، وظهرت الآلات البخارية والمحركات الكهربائية . فمنذ ملايين السنين والشمس تسبب فى إنتاج ما مقداره مائة ألف مليون طن من مجموعات النباتات كل عام ومثلها من الاوكسجين ، واثناء هذه الحقبة الطويلة من الزمن ماتت وتلاشت الحياة النباتية والحياة الحيوانية وأصبحت مخزونة فى الارض كوقود فى صورة فحم أو زيت أو نباتات خشبية . ومع بداية عصر الصناعة بدأ استغلال هذه الطاقة الطبيعية المخزونة ، ثم اتسعت الصناعة وتشعبت وزاد الاستهلاك من هذا الوقود الطبيعى ، فعند بداية هذا القرن كان الاستهلاك فى جميع العالم يقدر بعدة ملايين من الاطنان سنويا ، أما الآن ، فهو يقدر بعدة آلاف الملايين من الاطنان سنويا - ونحن لا نعلم بالضبط كمية المخزون فى الارض ، ولكننا نستطيع القول بأنه سيأتى اليوم (عاجلا أم آجلا) الذى يقل فيه ، بل ويفنى ، هذا المنبع الطبيعى من الفحم والزيت - فاحتياجات العالم من الوقود آخذة فى الزيادة ، فى حين ان وقود الفحم والزيت آخذ فى النقصان - وكان من نتيجة ذلك أن اهتم العلماء والمهندسون ، وشحنوا أفكارهم حتى توصلوا الى توليد الطاقة من المادة نفسها أى تحويل المادة الى طاقة : « انها الطاقة النووية » فأمكنهم بذلك خلق مورد آخر للطاقة - ولكن ، هل يستطيع هذا المورد الصناعى سد كفايتنا من الوقود بطريقة اقتصادية ؟ ، ان مقدار الطاقة (سواء كانت ناتجة من الفحم أو الزيت أو الغاز الطبيعى أو من مساقط المياه أو من الطاقة النووية) التى يستهلكها العالم اليوم سيتضاعف بعد عشرة أعوام . فهل تستطيع الطاقة النووية ان تسد هذا النقص ؟ هذا ليس مجزوماً به ، فهو يتوقف على ماسوف يكون عليه إنتاج هذه الطاقة ، ولا نستطيع تقدير هذا المعدل مستقبلا - فهل سنسلم أمرنا الى القدر المجهول ، أم أننا نسعى وراء موارد وطرفى أخرى لإنتاج وتحويل الطاقة الطبيعية بكفاءة أعلى ؟ . لقد بذل المهندسون والعلماء ولا زالوا يبذلون جهودا جبارة لزيادة كفاءة التحويل . ففى عام ١٩٠٠ كان كل كيلوات ساعة من الطاقة الكهربائية يتطلب إنتاجه ثلاثة كيلو جرامات من الفحم متوسط الرتبة - وفى عام ١٩٢٠ انخفض ذلك الرقم الى ٣ كيلو جرام ، واليوم انخفض أكثر وأصبح أقل من ٣٠٠ جرام .



ج - تقدير الطاقة الكهربائية الناتجة من مصادر الطاقة المختلفة :

فيما يلى تقدير للطاقات الكهربائية التى يمكن ان تنتج من مصادر الطاقة المختلفة الموجودة على الكرة الأرضية :

١ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الفحم حوالى ٦٥٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٢ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الأخشاب والمخلفات النباتية الأخرى حوالي ٢٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٣ - الطاقة الكهربائية الناتجة من البترول حوالي ٢٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٤ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الزيوت التي بالصخور الرملية وبالرمال تقدر بحوالي ٤٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٥ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الغازات الطبيعية حوالي ٢٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٦ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الوقود النووي (المقدر بحوالي ٥ مليون طن من أكسيد اليورانيوم وحوالي مليون طن من أكسيد الثوريوم) حوالي ١٠٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٧ - الطاقة الكهربائية الناتجة من مساقط المياه حوالي خمسة ونصف مليون مليون كيلو وات ساعة سنويا .

٨ - الطاقة الكهربائية الناتجة من دفع المياه من المد حوالي خمسة مليون مليون كيلو وات ساعة سنويا .

٩ - الطاقة الكهربائية التي يمكن ان تنتج من الطاقة الشمسية الساقطة على الكرة الأرضية حوالي ٣٦ ألف مليون مليون كيلو وات ساعة سنويا ، ولكن مقدارا صغيرا من هذه الطاقة هو الذي يمكن الاستفادة منه .

١٠ - الطاقة الكهربائية الناتجة من دفع الرياح هي حوالي ١٥ مليون مليون كيلو وات ساعة سنويا ، ولكن خمسة أجزاء من المائة فقط هي التي يمكن الاستفادة منها .

١١ - الطاقة الكهربائية التي يمكن أن تنتج من الطاقة الحرارية داخل الأرض هي حوالي مليون مليون مليون مليون كيلو وات ساعة ، ولكن جزءا صغيرا جدا من هذه الطاقة هو الموجود في الجزء الخارجى من القشرة الأرضية والذي يبلغ سمكه حوالي ثلاثة كيلو مترات (من سطح الأرض) .

لقد بلغ استهلاك العالم في عام ١٩٦١ من الطاقة الكهربائية حوالي اثنين ونصف مليون مليون كيلو وات ساعة . وفيما يلي النسبة المئوية للطاقة الكهربائية الناتجة من المصادر التقليدية المختلفة في نفس العام :

١ - الطاقة الكهربائية الناتجة من مساقط المياه ٦٪ وتزداد سنويا بنسبة ٨٪ في المتوسط .

٢ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الفحم والاختاب ٤٨٪ وتزداد سنويا بنسبة ٣٪ في المتوسط .

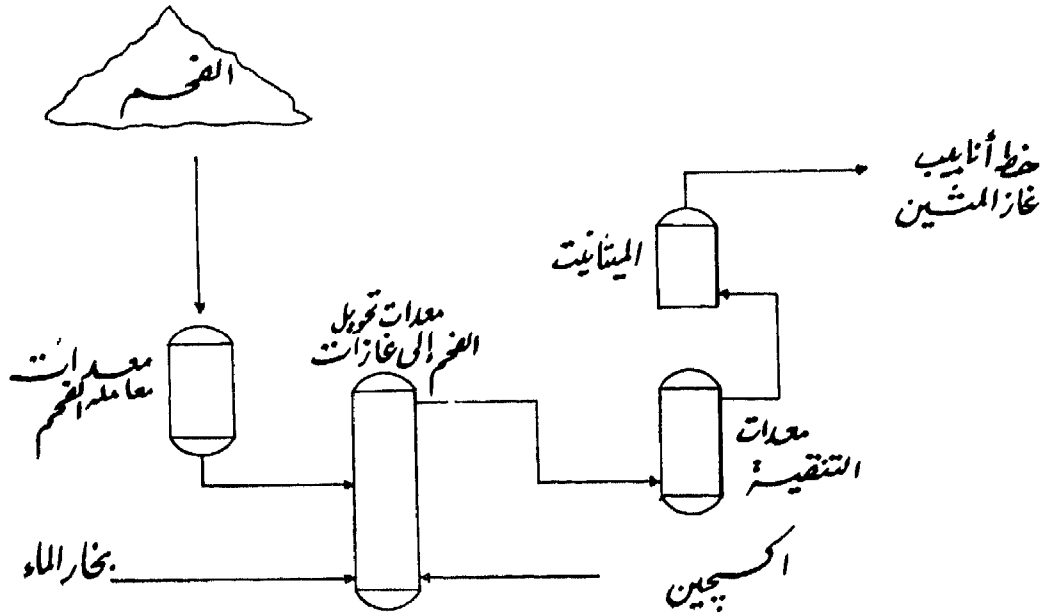
٣ - الطاقة الكهربائية الناتجة من البترول ٣١٪ وتزداد سنويا بنسبة ٦٥٪ في المتوسط .

٤ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الغاز الطبيعي ١٥٪ وتزداد سنويا بنسبة ٩٥٪ في المتوسط .

وبالامتداد الاحصائي نعتقد ان العالم سوف يستهلك في عام ١٩٧٥ طاقة كهربية تقدر باكثر من خمسة عشر مليون مليون كيلو وات ساعة .

وجدير بالذكر هنا أن نؤكد ان المسئول الاول عن تلوث الهواء (بل والماء ايضا) هو الفحم حيث يطلق عند احتراقه ثاني اكسيد الكبريت الضار - ويلى ذلك في المسئولية البنترول - اما الغاز الطبيعي فهو اقل انواع الوقود ضررا عند احتراقه . لذلك يقوم بعض المهندسين والكيميائيين بتحويل الفحم الى نوع من الغاز الطبيعي وهو « الميثين » ، وشكل (١) يبين هذا التحويل ، حيث يتفاعل بخار الماء مع الكربون الذى بالفحم منتجا غازا غنيا بالايروجين يشبه غاز الميثين ، ثم ينقى من الغازات الاخرى الناتجة من التفاعل والتي اهمها الامونيا وثاني اكسيد الكربون ، ويبقى فقط غاز « الميثانيت » (وهو يحتوى على الميثين والايروجين واول اكسيد الكربون) الذى يمكن تعليقه كثافته الحرارية بتفاعلات كيميائية اخرى مع غاز الايروجين عند ١١٠٠° مطلقة ، ٦٥ ضغط جوى .

• • •



شكل ١

نظام تحويل الفحم الى غاز الميثين .

د - الآلة الحرارية المثلى -

أهم المعدات الحرارية لتحويل الطاقة هي « الآلة الحرارية » حيث يحرق الوقود (فحما كان أم زيتا أم غازا طبيعيا) وتتحول طاقته الى حرارة تنتج البخار أو تسخن الغازات فيضغط البخار أو تضغط الغازات ويتحول جزء من طاقتها الى شغل فيدير الآلات الميكانيكية (سواء التوربينات البخارية أم الغازية أم غيرها) والتي تدير بدورها المنتجات (المولدات) الكهربائية . وأما باقى الطاقة الحرارية فيخرج مع العادم (أى البخار أو الغاز بعد بأديته الشغل) عند درجة حرارة منخفضة ويضيع سدى ولا يستفاد به .

ان كفاءة الآلة الحرارية المثلى (أى كفاءة تحويل الطاقة الحرارية الى شغل) تساوى الفرق بين درجة الحرارة المطلقة لمائع التشغيل (البخار أو الغاز) ودرجة الحرارة المطلقة للعادم مفسوما على درجة الحرارة المرتفعة وتصل هذه الكفاءة الى ٦٥٪ يذل المهندسون قصارى جهدهم للاستفادة بالطاقة الحرارية التى تخرج مع العادم . فقد اقام المهندسون نوعا من التوربينات يجمع بين تربينات البخار وتربينات الغاز (يسمى بتربينات الغاز والبخار) وذلك لانتاج الطاقة الكهربائية وفي احد انظمة هذا النوع تستخدم غازات العادم الخارج من تربينة الغاز كهباء احتراق للمراجل الذى ينتج البخار لتغذية تربينة البخار والنتيجة هو الحصول على طاقة كهربية بكفاءة عالية . تنتج التربينة البخارية الجزء الأكبر من الطاقة الكهربائية ، ذلك لأن التربينات الغازية تعمل بكفاءة منخفضة نسبيا ، ولكن هارخيصة الثمن وخفيفة الوزن وسهلة التصميم .

وجدير بالذكر هنا ان كفاءة معدات تحويل الطاقة (وأقصاها ٤٠٪) اقل من كفاءة الآلة الحرارية المثلى ، نظرا لأن جزءا من الطاقة يفقد في الاحتكاك وفي مقاومة الهواء أثناء الدوران وفي الملفات الكهربائية وغير ذلك مما يسبب ارتفاعا في درجة الحرارة ، ومما يحد من سعة المعدات - يقل هذا الفقد كلما زادت سعة وحدة الانتاج - لقد مرت التربينات البخارية (مع معداتها الكهربائية) في السنوات الخمس عشرة الاخيرة في عدة مراحل هادفة الى زيادة سعتها وبالتالي زيادة كفاءتها ، فهناك وحدات تصل سعتها الى ٨٠٠ ألف كيلو وات وأكثر مستخدمة الهيدروجين لتبريد الاجزاء الدوّارة والماء المباشر لتبريد ملفات المجال المغناطيسى الساكنة في المنتج الكهربى وغير ذلك .

أما أهم المعدات الحديثة لانتاج الطاقة الكهربائية فهي : المعدات التى تعمل بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسى ، والتى تعمل بالنظام الحرارى الكهربى وبالنظام الحرارى الايونى وبالنظام الضوئى الكهربى ، وكلها تشبه الآلة الحرارية التقليدية من حيث أن مصدر الطاقة الحرارية يمد مائع التشغيل بالطاقة الحرارية اللازمة ، فترتفع درجة حرارته ، ولكن مائع التشغيل هنا يقوم بتحويل جزء من هذه الطاقة الى طاقة كهربية مباشرة بدون وساطة الآلات الميكانيكية المتحركة - كما أن مائع التشغيل في هذه المعدات الحديثة ليس البخار ولا الهواء الساخن وإنما هو « البلازما » أو المعادن المنصهرة (والتى تستمد طاقتها الحرارية من المفاعلات النووية) ، وذلك في حالة المعدات التى تعمل بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسى .

أما غاز التشغيل في حالة المعدات التى تعمل بالنظام الحرارى الكهربى وبالنظام الحرارى الايونى وبالنظام الضوئى الكهربى فهو « الالكترونات » ويستمد هذا الغاز الالكترونى الطاقة الحرارية اما عن طريق تسخين المادة كما في النظامين الاول والثانى ، أو عن طريق

امتصاص الالكترونات (وهى داخل المادة) للطاقة الضوئية الساقطة عليها كما فى حالة المعدات التى تعمل بالنظام الضوئى الكهربى .

اما المعدات الكيمايية الكهربية (أى بطاريات الوقود) فهى تختلف تماما عن الآلة الحرارية ، ولا تخضع لنظام الديناميكا الحرارى المحدود الكفاءة - ففى هذه المعدات يتحول الوقود الكيمايى مباشرة الى طاقة كهرييه بكفاءه يصل الى ٩٠ ٪ .

هـ - انتاج الطاقة الكهربية بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسى :

يسمى النظام الذى يحرك فيه مائع التسفيل (غاز البلازما أو المعدن المنصهر) تحت تأثير المجال المغناطيسى (لانتاج الطاقة الكهربية) بنظام « ديناميكا الموائع المغناطيسى » . ويستمد هذا النظام طاقته فى العاده من الطاقة النووية . ولقد سبق ان ذكرنا ان اصفر جزء يمكن ان تنقسم اليه المادة بالطرق الميكانيكية هو الجزىء ؛ أما اصفر جزء يمكن ان تنقسم اليه بالطرق الكيمايية فهو الذرة . **لقد أمكن تفنيت الذرة وتحويلها الى طاقة - فالمادة هى طاقة مركزة والطاقة هى مادة طليقة .**

وتتكون ذرة أى مادة من نواة (مركز فيها مادة الذرة) ويدور حولها عدد من الالكترونات (يساوى العدد الذرى للمادة) ذات شحنات كهربية سالبة - وأن هذه النواة مكونة من عدد من النيوترونات المتعادلة كهريا وعدد من البروتونات الموجبة التكهرب ، وأن النيوترونات والبروتونات فى حالة تماسك كبير المقدار . **ان قوة التماسك هذه ليست قوة مغناطيسية ولا قوة كهربية ولا قوة جاذبية ، فطاقة هذا التماسك هى المادة نفسها - انها الطاقة النووية .**

فالطاقة النووية هى اذن المادة نفسها ، ويمكن اطلاقها من عقالها بواسطة انشطار ذرات المواد الثقيلة (وهى المستعمله حاليا) أو بواسطة التحام ذرات المواد الخفيفة (وهذا فى دور التجربة) - ففى الحالة الاولى تنشطر النواة الثقيلة (اليورانيوم مثلا) الى نوات أخف وزنا ، والفرق بين كتلة النواة الاصلية وكتلة المفردات الناتجة من عملية الانشطار هو الطاقة المنطلقة - أهمها الطاقة الحرارية الهائلة والنيوترونات والاشعاعات المختلفة (أشعة جاما وبيتا والاشعة السينية) ، ان النواة الثقيلة هى الوقود ، أما المفردات الأخف وزنا فهى الرماذ الناتج من عملية الاحتراق النووى . وتستخدم الطاقة الحرارية الهائلة فى تحويل الماء الى بخار سواء كان الماء تحت ضغط (ماء مضغوط) أو فى حالة غليان (ماء مغلى) لتشغيل التربينات البخارية أو فى تسخين الغازات أو فى انصهار المعادن أو فى غير ذلك - حيث يقال ان مادة التبريد هى الماء أو الغازات أو المعادن المنصهرة ، حيث انها تقوم بتبريد الوقود النووى .

أما فى الحالة الثانية فتنصهر (أى تلتحم) النوات الخفيفة (وهى نظائر غاز الايدروجين) عند درجات الحرارة العالية التى تبلغ الملايين لتكون نوات أنقل (هى ذرات الهيليوم) ولكن كتلة مجموع النوات الثقيلة أقل من كتلة مجموع النوات الخفيفة والفرق بين هذه وتلك هى الطاقة المنطلقة ، ان النوات الخفيفة فى هذه الحالة هى الوقود فى حين أن النوات الثقيلة هى الرماذ (أى العادم) . ان هذا هو الذى يحدث فى الشمس منذ بلايين السنين (٥ بليون سنة) لكى تمدنا بالحياة - تحول أربعة ملايين طن من مادة الشمس الى طاقة فى الثانية الواحدة - ان الجرام الواحد من المادة يساوى نظريا طاقة كهربية مقدارها ٢٥ مليون كيلو وات ساعة ، فهى تساوى

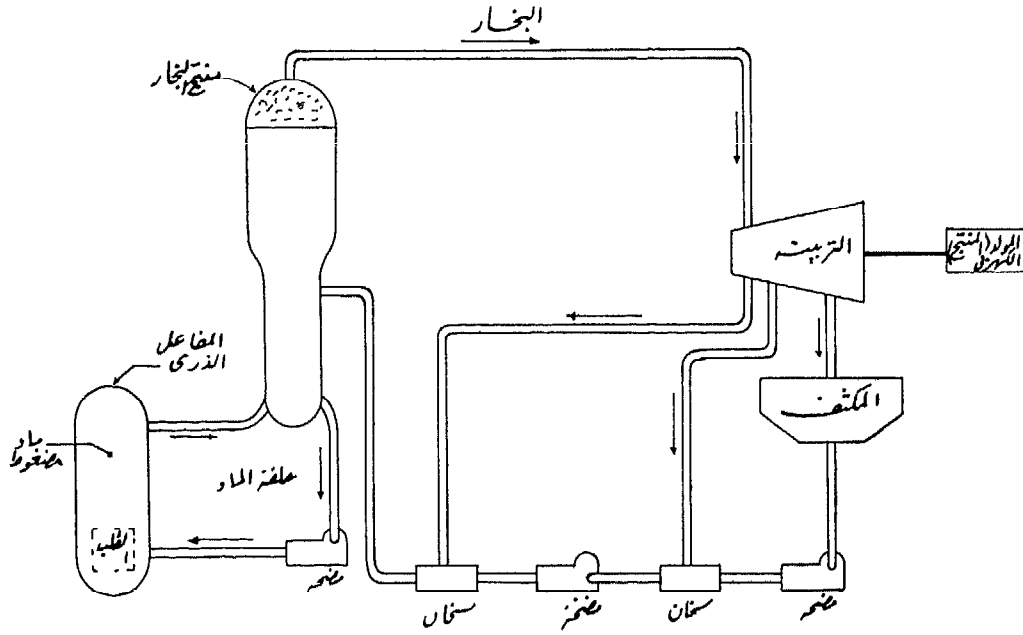
الكتلة مضروبا في مربع سرعة الضوء ($= 1 \times 3 \times 10^8 \times 2 \times 10^8 - 7 / 3600 \times 310$) -
تسمى المعدات التي يحترق فيها الوقود النووي « بالفاعلات النووية أو الذرية » ويسمى المكان
الذي يحوى هذه المفاعلات ومعداتنا « بالمحطة النووية » .

وتستخدم الطاقة النووية في تطبيقات عديدة مدنية وعسكرية ، ومن أهم تطبيقاتها المدنية إنتاج
الطاقة الكهربائية وإنتاج البخار وإنتاج الغازات الساخنة بكفاءة معقولة ، تم استخدام هذه
التكنولوجيا في تسيير السفن والطائرات وغيرها من وسائل النقل ، وكذلك في تسيير سفن الفضاء
وفي دفع الصواريخ وغير ذلك ، وأهم تطبيقاتها العسكرية إطلاق القنابل الذرية الناتجة من
التفجيرات النووية .

لقد وصل النتساط الانشائي للمحطات العملاقة التي تعمل بالوقود التقليدي ذروتها
(وذلك في البلاد المتقدمة) وكانت هناك عناية خاصة في اختيار موقع هذه المحطات وعلى أن
تكون خارج المدن حتى لا تتسبب في تلوث الهواء والمياه لسكان تلك المدن - كما يختار الموقع بجوار
منابع الوقود بقدر الامكان حتى تقل تكاليفه . وفي أواخر الستينات وأوائل السبعينات ارتفع سعر
الوقود التقليدي (لكثرة استهلاكه) وانخفض نسبيا سعر الوقود النووي (نظرا للبحوث
المستمرة في ذلك الموضوع) واصبحت محطات القوى النووية العملاقة تنافس المحطات التقليدية .
وسوف يتوقف انشاء أى محطات تقليدية في النصف الثاني من السبعينات ويزداد معدل انشاء
المحطات النووية التي تحوى المفاعلات النووية التي تعمل « بالماء المغلي » والتي تعمل « بالماء المضغوط » .
لقد بلغت سعة الوحدة النموذجية من المفاعلات النووية اليوم قدرة فائقة هي مليون كيلو وات ،
وسوف تبلغ مليون ونصف مليون كيلو وات في أواخر السبعينات . ونظرا للاشعاعات الضارة
تقام المحطات النووية بعيدا عن المدن ، ولكنها في الوقت نفسه يجب أن تكون قريبة من مصادر المياه
للتبريد . في المناطق الساحلية مثلا ، يمكننا أن نؤكد بالامتداد الاحصائي أن نصف الطاقة الكهربائية
سوف تنتجها المحطات النووية في عام ٢٠٠٠ - بين المثل الآتى أهمية تواجد مصادر المياه للتبريد
قريبة من محطات القوى العملاقة :

يحتاج كل ألف كيلو وات (من سعة المحطة) الى ثلاثين لترا من الماء كل ثانية في حالة الوقود
التقليدي (الفحم أو الزيت) والى ٤٥ لترا كل ثانية في حالة الوقود النووي ، وبناء على ذلك
تحتاج محطة القوى النووية التي سعتها ١٢ مليون كيلو وات الى أكثر من نصف مليون لتر من المياه
في الثانية ، وهي كمية ضخمة لا يمكن الحصول عليها الا من البحار أو الأنهار الكبيرة . وسوف
أقدم فيما يلي شرحا مختصرا لمفاعل ذرى يعمل بالماء المغلي وآخر يعمل بالماء المضغوط حتى
ينكامل الموضوع بالنسبة للقارئ : شكل (٢) يبين مفاعلا ذريا يعمل بالماء المضغوط لإنتاج الطاقة
الكهربية - يوضع الوقود النووي داخل المفاعل الذرى في المكان المعد له والذي يسمى بالقلب ،
ويتكون هذا الوقود عادة من قضبان اسطوانية من ثنائي أكسيد اليورانيوم المطعم بحوالي ٢٥٪ من
اليورانيوم ٢٣٥ - تتسبب الطاقة الحرارية الهائلة المتولدة من التفاعل النووي في تحويل الماء الى
خليط من الماء والبخار تحت ضغط مقداره حوالى ٧ كيلو جراما على السنتيمتر المربع ، فيتدفق
البخار الى داخل التبرينة فيديرها (وتدير الأخيرة المولد الكهربى لإنتاج الطاقة الكهربائية) ، ثم يتركها
بعد أن يفقد جزءا كبيرا من طاقته الحرارية ليضغ ثانية الى المفاعل - ولتشغيل البخار بأقصى كفاءة

ممكنة فإن البخار العادم يترك التريبنه بدرجات مختلفة من الطاقة الحرارية ، فالجزء « ١ » من البخار طاقته أكبر من طاقة الجزء « ٢ » وطاقة الأخير أكبر من طاقة الجزء « ٣ » - فعندما يمر الجزء « ٣ » في المكثف ويضخ الماء الناتج بالمضخة « ٦ » مارا بالسخان « ٤ » ينتقل اليه بعض طاقة الجزء « ٢ » ، وعندما يضخ مرة ثانية بالمضخة « ٧ » مارا بالسخان « ٥ » يمتص بعض طاقة الجزء « ١ » ، ثم يضخ مرة أخيرة بالمضخة « ٨ » الى داخل المفاعل عن طريق « حلقة الماء » - وفي المفاعلات ذات السعة الكبيرة يكون هناك أكثر من « حلقة ماء » - اذ يبلغ عددها اربع حلقات في المفاعلات التي سعتها نصف مليون كيلو وات ، حيث تبلغ الكفاءة ٣٢٪ .

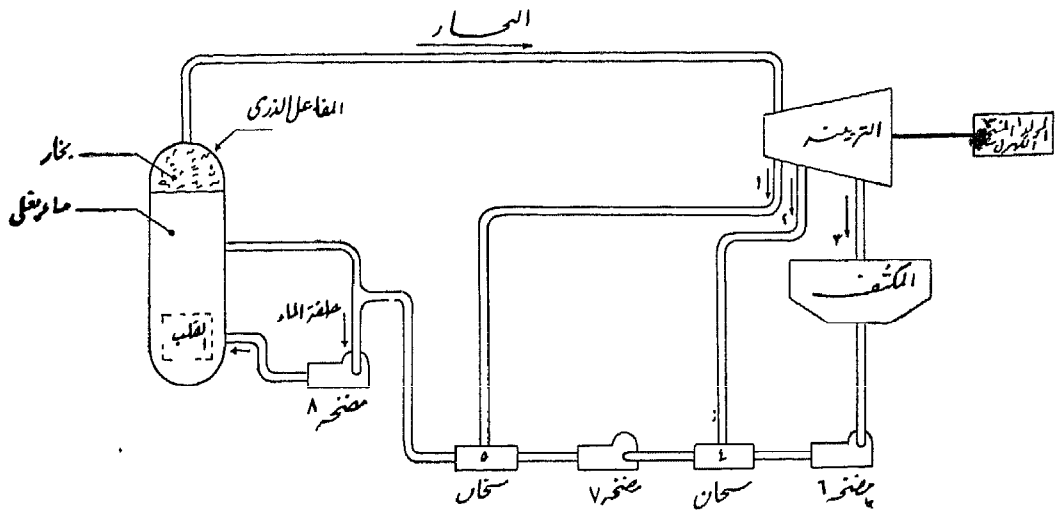


شكل ٢

مفاعل ذري يعمل بالماء المضغوط لانتاج الطاقة الكهربائية .

أما شكل (٣) فيبين مفاعلا ذريا يعمل بالماء المضغوط (أى الماء وهو تحت ضغط كبير) لانتاج الطاقة الكهربائية ، حيث تتسبب الطاقة الحرارية المتولدة من التفاعل النووي في تسخين الماء المضغوط داخل المفاعل لدرجة أكبر قليلا من ٣٠٠ درجة مئوية - ثم ينتقل هذا الماء المضغوط الى منتج البخار بواسطة أنابيب حيث يفقد جزءا من طاقته في إنتاج البخار فتقل درجة حرارة الماء المضغوط لتصبح حوالي ٢٧٠ درجة مئوية ، ثم يضخ ثانية الى المفاعل . يتدفق البخار الى داخل

التربينة بضغط مقداره حوالي ٥٠ كيلو جراماً أعلى السنتيمتر المربع ، ويستمر العمل كما في المفاعل الذري الذي يعمل بالماء المغلي والسابق شرحه . تصل الكفاءة الحرارية الى ٣٠٪ في المفاعلات التي سعتها نصف مليون كيلو وات .

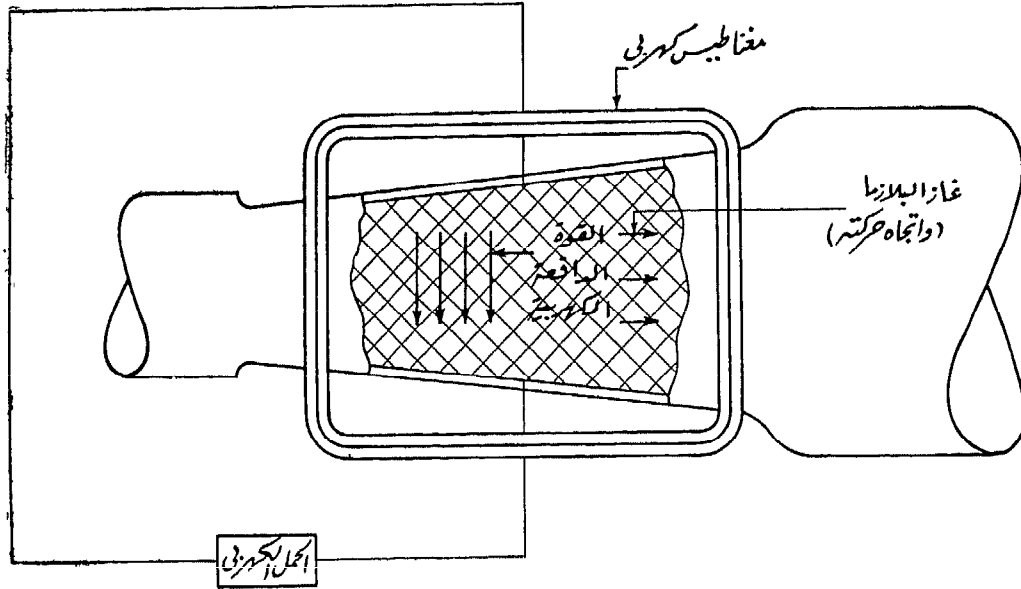


شكل ٣

مفاعل ذري يعمل بالماء المغلي لانتاج الطاقة الكهربائية .

نعود ثانية الى المنتجات الكهربائية التي تعمل بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسي ، انها آلات حرارية ولكن مادة التشغيل فيها هي غاز البلازما أو المعادن المنصهرة ، وليست البخار أو الهواء الساخن - والبلازما هي غاز في حالة تأين ، أي غاز فصلت فيه الإلكترونات عن الذرات واصبح يتكون من الكاتيونات طليقة ذات شحنة كهربائية سالبة ، وايونات ذات شحنة كهربائية موجبة ولكن الغاز في مجموعه متعادل كهربيا ، أي لا هو سالب التكهرب ولا هو موجب التكهرب ، ان البلازما موصلة الى حد ما للكهرباء .

إذا حركنا سلكا معدنيا في مجال مغناطيسي نتج عند طرفي السلك ضغط كهربى ، وإذا وصلنا طرفي السلك بفتيل مصباح كهربى يضيء المصباح كما ذكرنا سابقا ، لقد تحولت الطاقة الحرارية الى طاقة كهربية - وعلى هذا الاساس تتولد الطاقة الكهربائية في نظام ديناميكا الموائع المغناطيسي كما في النظام التقليدى .



شكل ٤

النظريات الأساسية في نظام ديناميكا الموائع المغناطيسى .

شكل ٤ يبين النظريات الأساسية في نظام ديناميكا الموائع المغناطيسى :

يتدفق غاز البلازما أو المعدن المنصهر من مصدر ذى ضغط كبير المقدار (من اليسار الى اليمين) ويمر في مجال مغناطيسى متعامد على حركة الغاز فتتولد قوة دافعة كهربية (أى ضغط كهبرى) في الاتجاه العمودى على كل من حركة الغاز والمجال المغناطيسى ، فاذا وصلنا حملا كهربيا بواسطة طرفين مر تيار كهبرى في الحمل وحصلنا على طاقة كهربية (تستهلك في الحمل) والسؤال الآن هو : من أين حصلنا على هذه الطاقة ؟ انها « طاقة الضغط » التى تجعل الغاز يتدفق من اليسار الى اليمين - ان هذا المنتج الكهبرى يمانل المنتج الكهبرى التقليدى ، والذى فيه يتحرك موصل من النحاس في مجال مغناطيسى فعندما يتصل السلك بحمل كهبرى يمر فيه تيار كهبرى وتستهلك طاقة كهربية ، ولكن الطاقة في هذه الحالة طاقة ميكانيكية تأتى عن طريق المحرك الذى يحرك السلك في المجال المغناطيسى - أما من وجهة الديناميكا الحرارية فان عمل المنتج الكهبرى في نظام ديناميكا الموائع المغناطيسى يشبه عمل التربينه التى تعمل بالغاز ، ذلك لأن الطاقة التى نحصل عليها من التربينه تأتى عن طريق طاقة الضغط التى تجعل الغاز يتدفق من التربينه .

لنبدأ أولا بالمعدات التى تعمل بالبلازما كفاز تشغيل :

١ - هناك نوعان من هذه المنتجات احدهما يعمل بالدورة المفتوحة والآخر يعمل بالدورة المغلقة - فالنوع الذى يعمل بالدورة المفتوحة هو الأهم ويستخدم فيه الهواء المؤين ، أو الهواء

المطعم بالمواد التي يسهل تأينها والتي تزيد من درجة توصيله الكهربى ، ويستخدم هنا الوقود التقليدى (الفحم مثلا) وتصل درجة حرارة الهواء الى ثلاثة آلاف درجة مئوية ، كما تصل كفاءة الدورة الكاملة ٥٠ ٪ - ولكن نتيجة للارتفاع الكبير فى درجة الحرارة تظهر بعض الصعوبات التي يجب التغلب عليها وأهمها التآكل والعزل الكهربى . اما فى النوع الذى يعمل بالدورة المغلقة فالوقود هو الوقود النووى ، ولا يحتتمل زيادة درجة حرارة غاز التشغيل عن ٨٠٠ درجة مئوية فتقل الكفاءة كما تقل درجة التوصيل الكهربى للغاز ويجدر بنا هنا أن نذكر أن الآلة التي تعمل بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسى هي جزء من الآلة الحرارية ، ومعنى ذلك أن زيادة درجة حرارة غاز التشغيل تزيد من كفاءة الآلة .

ان الصعوبة الأساسية فى هذه الآلات الكهربائية هي كيفية الحصول على درجة كبيرة من التوصيل الكهربى لغاز التشغيل . تزداد درجة التوصيل الكهربى فى الغاز بمعدل كبير مع الارتفاع فى درجة الحرارة ، ومع ذلك فدرجة توصيل الغازات عند أكبر درجة حرارة يمكن الحصول عليها ، لا تزال منخفضة جدا وغير مفيدة فائدة فعالة ، وللتغلب على هذه الصعوبة يطعم الغاز بمادة يسهل تأينها . فعند اضافة جزء من مائة من مادة البوناسيوم الى لهب الكيروسين والاكسجين نصل درجة توصيل هذا الغاز عند ٣٠٠٠ مئوية الى جزء من مليون جزء من درجة توصيل النحاس ، وهي درجة توصيل كافية ومعقولة وعملية - تتناسب القدرة الكهربائية التي تنتجها هذه المعدات الانتاجية مع درجة التوصيل الكهربى لغاز التشغيل ومع حجم الآلة - ان المفقودات فى هذه الآلة ناشئة من انتقال الحرارة واحتكاك الغاز بالجدران والطاقة الكهربائية اللازمة للملف المغناطيسى ، وهذه المفقودات تقل نسبيتها كلما زاد حجم الآلة . وعلى ذلك فان آلة واحدة من هذا النوع سوف تبلغ قدرتها عدة مئات الآلاف من الكيلو وات ، وبناء عليه سوف تعمل فى المحطات الكهربائية الحديثة ذات القدرات الكبيرة .

المعدات التي تعمل بالمعادن المنصهرة كمائع تشغيل :

٢ - لقد تمكن المهندسون من التغلب على صعوبة الحصول على توصيل كهربى معقول عند درجات الحرارة المنخفضة نسبيا، وذلك باستعمال المعادن المنصهرة الجيدة التوصيل الكهربى كمائع تشغيل .

يمثل شكل (٥) احد هذه الانظمة - حيث يتبخر جزء من المعدن المنصهر فى المفاعل النووى نتيجة لطاقته الحرارية العالية ، وعند مروره فى الانبوبة ذات الانفتاح يتمدد ، وتتحول طاقته الى طاقة حركية ، فيتدفق بخار المعدن داخل الانبوبة - وفى نفس الوقت يدخل المعدن المنصهر فى صورة رذاذ الى الانبوبة ، وعندما يختلط الرذاذ بالبخار السريع يتكثف الاخير حول رذاذ المعدن المنصهر ، ويتبادلان كمية الحركة والنتيجة هي تدفق المعدن المنصهر داخل المنتج الكهربى بسرعة عالية وهو تحت تأثير المجال المغناطيسى فيتحوّل جزء من طاقته الحركية الى طاقة كهربية - هذا ويمكن الاستفادة بالمعدن المنصهر الخارج من المنتج الكهربى فى انتاج بخار الماء ليعمل فى دورة بخار تقليدية كما فى الشكل . لقد تمكن المهندسون من انتاج الطاقة الكهربائية ذات التيار المتغير ذى الثلاثة أطوار باستخدام نظام المنتج الكهربى الخطى التآثيرى . ولكنى أود أن أضيف هنا انه لا تزال

هذا الوقود) فهي اما مادة القطب الموجب ، واما المادة الناتجة من التفاعل الكيميائي للقطب الموجب ، أي ان مادة الاحراق هي مادة القطب الموجب سواء كانت بطريق مباشر ام بطريق غير مباشر .

والفرق الاساسي بين بطاريات الوقود والبطاريات التقليدية المعروفة هو ان مادة الوقود ومادة الاحراق (في البطاريات التقليدية) هما قطبا البطارية نفسهما وهما غالبا مواد صلبة ، اما في بطاريات الوقود فان هذه المواد هي مواد غازية تندفق الى البطارية (من مصدر خارجي عن طريق أنابيب توصيل) بمعدل يتناسب مع معدل سحب الطاقة الكهربائية من البطارية . اما الاقطاب فهي منفصلة ولا شأن لها بالاحتراق ، فبطاريات الوقود هي معدات حقيقية لتحويل الطاقة وليست معدات لتخزين الطاقة الكيميائية فقط كما في البطاريات التقليدية .

وتتراوح كفاءة التحويل في بطاريات الوقود بين ٦٠ ٪ ، ٩٠ ٪ كما يتراوح وزنها وحجمها بين جزء من عشرة الى جزء من مائة من وزن وحجم البطاريات التقليدية عندما تنتج نفس الطاقة الكهربائية . وتعتبر بطاريات الوقود احد انواع البطاريات الابتدائية ، وبذلك يجدر بنا هنا أن نقدم بعض تفصيلات عن البطاريات التقليدية ثم يلي ذلك تفصيل لبطاريات الوقود .

يمكن تقسيم البطاريات الكهربائية التقليدية الى مجموعتين هما : البطاريات الابتدائية والبطاريات الثانوية (او بطاريات الخزن) .

ينتهي عمر البطارية الابتدائية عندما تتحول الطاقة الكيميائية المخزونة بها الى طاقة كهربائية ، أي عندما يتم احتراق الوقود الكيميائي المخزون بها ، أما البطارية الثانوية فان حياتها لا تنتهي عند ذلك ، فعندما تتحول طاقتها الكيميائية المخزونة الى طاقة كهربائية يمكن إعادة البطارية الى حالتها الأولى ، أي تخزين طاقة كيميائية داخلها مرة أخرى ، وذلك بمرار تيار كهربائي فيها (في الاتجاه العكسي) ويسمى هذا « بشحن البطارية » ويمكن شحن البطارية الثانوية مرات عديدة - ومعنى ذلك ان التفاعل الكيميائي في البطاريات الثانوية يجب أن يكون قابلا للانعكاس .

وتتكون البطارية ، سواء كانت ابتدائية أم ثانوية ، من عدد من الخلايا متصلة بعضها ببعض الآخر حتى يمكنها ان تعطى التيار الكهربائي والضغط المطلوبين فمثلا تتكون بطارية الراديو (الستة فولت) من أربع خلايا متصلة على التوالي كل خلية تعطى ضغطا كهربيا مقداره فولت ونصف ، فالخلية هي وحدة البطارية .

وحيث أن أداء البطارية يتوقف على التفاعل الكيميائي فسوف أقدم شرحا مبسطا للتفاعل الكيميائي عموما ، وحيث أن التيار الكهربائي داخل البطارية هو تيار أيوني (أي يتكون من أيونات) وليس تيارا إلكترونيا (كالتيار الكهربائي الذي يمر في الاسلاك خارج البطارية) ، فسوف أقدم كذلك شرحا مبسطا لعملية التآكل .

ان طاقة الالكترونات الخاصة بأبعد طبقة من النواة هي أقل طاقة ، وان الالكترونات هذه الطبقة هي التي تحدد الخواص الكيميائية والطبيعية للمادة ، وهي تسمى « الالكترونات المتحفزة أو المستعدة » ، فهي دائما في حالة استعداد وتحفز للتفاعلات الكيميائية والتوصيل الكهربائي كما ذكرنا

سابقا في تكوين الدرة . فعند اذابة كلورورالصوديوم (وهو الاسم الكيميائي للملح الطعام) في الماء فانه يتحلل الى ايون من الصوديوم موجب التكهرب ، وايون من الكلورين سالب التكهرب . والمعروف ان عدد الالكترونات المتحفزة في ذرة الكلورين هو سبعة في حين ان لذرة الصوديوم الكترون واحد متحفز . فعند اذابة كلورورالصوديوم في الماء فان الالكترون المتحفز الخاص بذرة الصوديوم يتركها ويلتحق بذرة الكلورين مكونا « ايون كلورين » سالب التكهرب يشتمل على ثمانية الكترونات في الطبقة الخارجية ويصير اكثر تماسكا ، كما تصبح ذرة الصوديوم « ايون صوديوم » موجب التكهرب خال من الالكترونات المتحفزة الحائر . فعند اذابة مادة المحلول الكهربى المركبة الصلبة في الماء فانها تتحول الى ايونات سالبة ، تماما كما يحدث لكلورو الصوديوم الذى سبق شرحه ، وقد يكون هذا التحليل كليا أو جزئيا ، اى ان المحلول الكهربى ما هو الا سائل يحتوى على ايونات موجبة التكهرب وايونات سالبة التكهرب ، فهو وسط كهربى ذو توصيل ايونى .

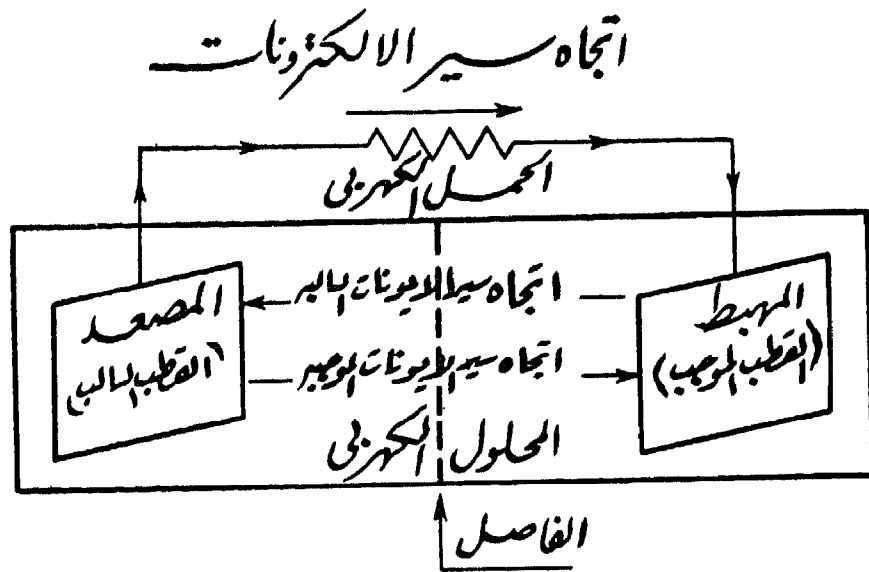
ان جزىء كلورور الصوديوم (مثلا) في حالته البلورية الصلبة يتكون في الحقيقة من ايون صوديوم موجب التكهرب وايون كلورين سالب التكهرب ، وذلك حتى يكون الجزىء متماسكا تماسكا شديدا نتيجة لقوة التجاذب الكهربائية بين الايونين . فاذا وضع كلورور الصوديوم في الماء فانه يتعرض للمجال الكهربى لجزئيات الماء ، ذلك لأن جزىء الماء جزىء مستقطب ، بمعنى أن مركز ثقل شحنته الموجبة لا ينطبق على مركز ثقل شحنته السالبة بل يبعد عنه ، فتوجد اذن قوة كهربية بين الشحنتين ، وتحاول هذه القوة الكهربائية أن تتغلب على قوة التجاذب بين ايون الصوديوم الموجب وايون الكلورين السالب ، وتحاول أن تبعدهما عن بعضهما فيتفكك رباط التماسك وتزداد المسافة بينهما ويذوب بعض كلورور الصوديوم في الماء وهو في شكل ايونات صوديوم موجبة التكهرب وايونات كلورين سالبة التكهرب - ويحيط ايونات الصوديوم الموجبة التكهرب جزئيات الماء المستقطبة وشحنتها السالبة متجهة نحو ايونات الصوديوم (نتيجة للتجاذب الكهربى) كما يحيط ايونات الكلورين السالبة التكهرب جزئيات الماء المستقطبة وشحنتها الموجبة متجهة نحو ايونات الكلورين ، ويسبح الجميع في المحلول .

أما التفاعل الكيميائى فهو ضم ذرات من بعض المواد أو تفرقة ذرات منها بحيث لا يعترى الذرات اى تغيير في شخصيتها أثناء الانضمام أو التفرقة ، وينتج من هذا التفاعل الكيميائى جزئيات تختلف عن الجزئيات الداخلة فيه - فمثلا عند تفاعل الكربون مع الاكسجين تنضم ذرة من الكربون مع ذرتين من الاكسجين (اى مع جزىء من الاكسجين) وينتج من هذا الانضمام (أو التفاعل) جزىء من ثاني أكسيد الكربون (هو عبارة عن ذرة من الكربون وذرتين من الاكسجين) قد يكون التفاعل الكيميائى مصحوبا باطلاق طاقة أو مصحوبا بامتصاص للطاقة ، وذلك تبعاً لنوع التفاعل ، وقد تكون الطاقة حرارية وقد تكون كهربية ، والسؤال الآن هو : من اين تأتى هذه الطاقة ؟ انها تأتى على حساب الكتلة ، فكتلة المواد المتفاعلة تختلف عن كتلة المواد الناتجة من التفاعل - فاذا كان التفاعل الكيميائى مصحوبا باطلاق طاقة فان كتلة المواد الناتجة من التفاعل ، وقد تكون الطاقة حرارية وقد تكون ان هذا الاختلاف في الكتلة هو اختلاف طفيف ، حتى انه يمكننا القول ان لاتغيير في كتلة المواد المتفاعلة من الناحية العملية الهندسية . ان

الكتلة والطاقة تعبران عن شيء واحد ، فالكتلة هي طاقة مركزة والطاقة هي كتلة طليقة - وفي هذا يتشابه التفاعل الكيميائي مع التفاعل النووي، ولكن هناك فرقا أساسيا هو ان ذرات المادة في التفاعل الكيميائي لايعتربها أى تغيير ، فهي تحتفظ بشخصيتها ولا تتأثر نواتها اطلاقا ، فالذرة تدخل التفاعل الكيميائي ككل وتخرج ككل ، أى تدخل ذرة كاملة وتخرج ذرة كاملة ، والتأثير الوحيد الذى يتركه التفاعل الكيميائي هو توزيع أو تبادل الإلكترونات المستعدة بين الذرات والجزيئات الداخلة في التفاعل - أما في التفاعل النووي فان نواة المادة تتأثر بالتفاعل ، كما ان التغيير في كتلة المواد المتفاعلة هو تغيير ملحوظ وكبير ، ذلك لان الطاقة الناتجة من التفاعل النووي كبيرة لدرجة مذهلة ، فالجرام الواحد من المادة يساوى طاقة كهربية مقدارها ٢٥ مليون كيلو وات ساعة .

ان الطاقة المصاحبة للتفاعل الكيميائي هي الفرق بين طاقة التماسك بين الجزيئات قبل التفاعل ، وطاقة التماسك بين الجزيئات الناتجة من التفاعل - وهذا التماسك ناتج من قوى الجذب الكهربائية والمغناطيسية بين الإلكترونات ونويات جزيئات المادة . ومن الحقائق المعروفة ان للإلكترونات في أى نظام ذرى (أى مجموعة من الذرات) أو جزيئى (أى مجموعة من الجزيئات) طاقة ، وتتوقف هذه الطاقة الداخلية على مقدار حركة الإلكترونات وعلى المستوى الطاقى الذى نسير فيه (ذلك لأن هذه الطاقة ليست انسيابية بل هي متقطعة تقفز من مقدار الى مقدار فهي ذات مستويات محددة) - فالإلكترونات المتبادلة (اثناء التفاعل الكيميائي) لها مستويات طاقات معينة محددة ، وهي في الجزيئات قبل التفاعل الكيميائي ولها مستويات طاقات أخرى ، وهي في الجزيئات الجديدة بعد التفاعل ، والفرق بين هذا وذلك هو الطاقة التي تصحب التفاعل الكيميائي ، فاذا علمنا أن الكتلة الفعالة للإلكترونات تختلف تبعاً لمستواها الطاقى تبين لنا ان كتلة المواد الناتجة من التفاعل سوف تختلف عن كتلة المواد الداخلة فيه ، وواضح أن هذا التغيير طفيف جدا ، فهو تغيير في الكتل الفعالة للإلكترونات المتبادلة اثناء التفاعل .

نعود ثانية الى تكوين وحدة البطارية (الخلية) - تتكون هذه الخلية من اربعة اجزاء هي المصعد ، والمهبط ، والمحلول الكهربى ثم الفاصل (شكل ٧) - فالمصعد - هو قطب البطارية السالب ، انه الوقود الكيميائي ، حيث تنطلق منه الإلكترونات بسهولة (وهي غاز التشغيل) الى دائرة الحمل الخارجية ، وهو يعمل كيميائيا كعامل اختزال بمعنى انه يقوم باختزال الايونات السالبة التكهرب الآتية اليه عن طريق المحلول الكهربى ويتأكسد (أى يحترق) هو نتيجة لذلك ، وعندما تنطلق الإلكترونات من المصعد تصبح بعض ذراته ايونات موجبة التكهرب . اما « المهبط » فهو قطب البطارية الموجب حيث يستقبل الإلكترونات بسهولة من دائرة الحمل الخارجية ، فهو يعمل كيميائيا كعامل مؤكسد بمعنى انه يقوم باكسدة جزيئات الماء بالاستعانة بالإلكترونات مكونا ايونات « الهيدروكسيد » السالبة التكهرب والتي سوف تحرق الوقود ، ويختزل نتيجة لذلك . أما **المحلول الكهربى** فهو الوسط الذى تنتقل فيه الايونات ، فالأيونات الموجبة تنتقل من المصعد الى المهبط وتتفاعل كيميائيا مع مادته والايونات السالبة تنتقل من المهبط الى المصعد وتتفاعل مع مادته . وقد يكون المحلول الكهربى قلويا وقد يكون حمضيا . اما « الفاصل » فهو مادة عازلة ، غير قابلة للتفاعلات الكيميائية (وهي ذات مسام) ، لفصل المهبط عن المصعد .



شكل ٧

المكونات الأساسية لوحدة بطارية - مبينا عليها اتجاه سير الالكترونات والايونات أثناء التفريغ (أى أثناء استهلاكه الطاقة الكهربائية) .

نختار مادة المصعد بحيث تحتوى طبقتها الاخيرة على الكترول واحد (أو الكترولين أو ثلاثة) حتى يسهل انطلاق الالكترونات منها بسهولة - وحيث ان اغلب العناصر المعدنية يتوفر فيها هذا الشرط نجد أن مواد المصعد المستخدمة فى البطاريات هى مواد معدنية وهى :
 الصوديوم (الكترول واحد متحفز) ، المنجنيز (الكترولان متحفزان) ، المجنيزيوم (الكترولان متحفزان) ، الحديد (الكترولان متحفزان) ، والزنك (الكترولان متحفزان) ، الالومنيوم (ثلاثة الكترولان متحفزة) ، الكادميوم (ثلاثة الكترولان متحفزة) ، الانديوم (ثلاثة الكترولان متحفزة) ، الرصاص . كذلك يصلح غاز الايدروجين كمادة للمصعد ، ذلك لأن الايدروجين يحتوى على طبقة واحدة بها الكترول واحد ، يستخدم الايدروجين كمادة للمصعد فى بطاريات الوقود .

كما نختار مادة المهبط بحيث ينقصها الكترول واحد أو الكترولان (تبعاً لما هو متحفز فى مادة المصعد) لكى تصبح اكثر تماسكا - ان أغلب مواد المهبط هى اكسيد المعادن أو ثانى اكسيد المعادن أو كلوريد المعادن ، ومن امثلتها : اكسيد الفضة ، اكسيد الزئبق ، اكسيد النحاس ، اكسيد البزموت ، ثم ثانى اكسيد الرصاص ، ثانى اكسيد المنجنيز ، ثانى اكسيد النيكل ، ثم كلوريد الفضة ، كلوريد النحاس . كذلك تصلح جزيئات الاكسجين كمادة للمهبط كما هو الحال فى بطاريات الوقود .

اما المادة المذبذبة التي يتكون منها المحلول الكهربى فيجب ان يتوافر فيها شرطان أساسيان

عند اختيارها : الشرط الاول انه سهل تأينها اذا اذيت في الماء ، وبناء على ذلك يجب أن تتكون من مركب يشتمل على ذرة عنصر معدني (أو ذرة ايدروجين) وجزء عنصر آخر (أو عنصرين آخرين) بحيث تحتوي الطبقة الاخيرة (طبقة الالكترونات المستعدة) لذرة العنصر المعدني على الكترون متحفز حائر (أو على اثنين أو ثلاثة) بحيث ينقص الجزء الكترونا واحدا (أو اثنين أو ثلاثة على الترتيب) حتى يصبح أكثر تماسكا - ومن أمثلة ذلك هيدروكسيد البوتاسيوم وهيدروكسيد الصوديوم ، بروميد المغنيزيوم ، حامض الكبريتيك المخفف وغير ذلك . فعند اضافة الماء الى هيدروكسيد البوتاسيوم يتحلل الى أيون بوتاسيوم موجب التكهرب (هو عبارة عن ذرة البوتاسيوم وقد فقدت الكترونها المتحفز الحائر) وإيون هيدروكسيد سالب التكهرب (هو عبارة عن جزء الهيدروكسيد وقد انضم اليه الالكترون الحائر واصبح أكثر تماسكا) - وبالمثل يتحلل هيدروكسيد الصوديوم الى أيون صوديوم موجب التكهرب وإيون هيدروكسيد سالب التكهرب - أما بروميد المغنيزيوم فإنه يتحلل الى أيون مغنيزيوم موجب التكهرب (هو عبارة عن ذرة المغنيزيوم وقد فقدت الكترونيها المتحفزين الحائرين) وإيون بروميد سالب التكهرب (وهو عبارة عن جزء البروميد الذي يتكون من ذرتين من عنصر البروميد وقد انضم الى كل ذرة الكترون) - ينقص ابعده طبقة مساعدة لذرة البروميد الكترون واحد لكي تصبح كاملة العدد - أما حامض الكبريتيك فهو يتحلل الى أيون ايدروجين موجب التكهرب (هو في الحقيقة ذرتا ايدروجين فقد كل منهما الكترونا) وإيون كبريتات سالب التكهرب (أي جزء كبريتات وقد انضم اليه الالكترونان) .

اما الشرط الثاني فيجب أن يكون هناك توافق بين مادة المحلول الكهربى وبين مادنى المصعد والمهبط اللذين سيتزاوجان لانتاج وحدة بطارية .



وفيما يلي شرح مبسط لكيفية أداء أحد البطاريات الابتدائية ذات المحلول السائل ولتكن بطارية « الزنك وأكسيد النحاسيك » - ويمكن تطبيق نفس الشرح على أى نوع من أنواع البطاريات ابتدائية كانت أم ثانوية .

تتكون هذه البطارية من مصعد من الزنك (هو الوقود الكيمائى) ومهبط من أكسيد النحاسيك (وهو المادة التي سوف تحترق الوقود أى انه مادة الاحراق ، وهو جزء يشتمل على ذرة نحاس وذره أكسجين) ومحلول كهربى من الصودا الكاوية (أى هيدروكسيد الصوديوم) .

عند اذابة الصودا الكاوية في الماء تتحلل الى أيون هيدروكسيد سالب التكهرب وإيون صوديوم موجب التكهرب كما ذكرنا سابقا - وحيث أن مصعد الزنك مبلل بالمحلول الكهربى وأن الزنك يسهل تحليله (كما ذكرنا سابقا أيضا) الى أيون زنك موجب التكهرب والكترون (سالب التكهرب) فيتحد أيون الهيدروكسيد السالب التكهرب مع أيون الزنك الموجب التكهرب (ويكونان جزيئا من هيدروكسيد الزنك المتعادل كهربيا) ويخرج الكترون الى دائرة الحمل الخارجية ، ومعنى ذلك أن الزنك قد احترق واطلق غازا الكترونيا نتيجة لذلك الاحتراق . اما

المهبط وهو أكسيد النحاسيك فانه يستقبل الإلكترون الآتى اليه من دائرة الحمل فيسهل اتحاده مع الماء الموجود بالمحلول الكهربى ، فيتحد جزئان من أكسيد النحاسيك مع جزىء من الماء حيث يتكون جزىء من أكسيد النحاسوز (وهويشتمل على ذرة أكسجين وجزىء نحاس به ذرتان) وايونان هيدروكسيد يتجهان نحوالمصعد ليحرقانه .

يتبين مما تقدم ان المصعد (وهو قطب البطارية السالب) تنطلق منه الإلكترونات (أى غاز التشفيل) الى دائرة الحمل الخارجية وأنه قد تأكسد (أى احترق) - أما المهبط فقد استقبل الإلكترونات الآتية اليه من الحمل واخترزل هو من أكسيد النحاسيك الى أكسيد النحاسوز - كما يتبين أن التيار الكهربى فى دائرة الحمل الخارجية يتكون من الكترونات فى حين أن التيار داخل المحلول الكهربى هو تيارأيونى يتكون من أيونات . كما يتبين أيضا أن مادة المصعد تتحول تدريجيا من الزنك الى هيدروكسيد الزنك (الذى يذوب فى الماء) وأن مادة المهبط تتحول تدريجيا من أكسيد النحاسيك الى أكسيد النحاسوز (وهذا الاخير يتحول الى نحاس) ، ويستمر هذا التحول حتى لا تستطيع البطارية انتاج طاقة كهربية (الا قليلا جدا) فينتهى عمرها .

تقدر سعة البطارية عموما بعدد « الامبيرساعة » أو عدد « الوات ساعة » التى تسحب من البطارية أثناء تفريغها ، وتعتمد السعة على حجم البطارية وعلى معدل سحب الكهرياء منها - فاذا زاد حجم البطارية زادت سعتها - واذا قل معدل سحب الكهرياء منها زادت سعتها أيضا ، والزيادة الاخيرة ناتجة من زيادة كفاءة تحويل الطاقة من كيميائية الى كهربية .

تنقسم البطاريات الابتدائية الى أنواع مختلفة أهمها البطاريات الجافة والبطاريات ذات المحلول الكهربى الصلب ، والبطاريات ذات المحلول الكهربى السائل .

وفيما يلي شرح مبسط للبطاريات الثانوية :

يشبه أداء البطاريات الثانوية الى حد كبير أداء البطاريات الابتدائية ، ولكن هناك محديدا ادق لمادة المصعد ولمادة المهبط ، ذلك لأن التفاعل الكيماى عندهما يجب أن يكون قابلا للانعكاس - فالتفاعل الكيماى الذى يحدث لمادتي المصعد والمهبط عند سحب الطاقة الكهربية من البطارية يمكن أن يحدث عكسيا عند شحن البطارية ، أى عند امرار تيار كهربى فيها فى عكس اتجاه السحب ، ونتيجة لهذا التفاعل العكسى تسترجع مواد المصعد والمهبط حالتها الاولى قبل سحب الطاقة الكهربية .

المواد التى تصلح للمصعد والمهبط هى اذن محدودة فهى : الرصاص والحديد والزنك والكادميوم للمصعد ، وثانى أكسيد الرصاص وثانى أكسيد النيكل واكسيد الفضة للمهبط .

تستخدم البطاريات الثانوية فى تطبيقات متعددة واسعة النطاق ، فمنها ما يتطلب قدرة كهربية تقدر بالآلاف الكيلو وات (لامداد الفواصات بالكهرياء) ومنها ما يستلزم بضع اجزاء من الالف من الوات فقط .

هناك خمسة أنواع من البطاريات الثانوية هى : بطاريات الرصاص الحمضية وهى أهمها وأكثرها استعمالا ، وبطاريات النيكل والحديد القلوية ، وبطاريات النيكل والكادميوم ، وبطاريات الزنك واكسيد الفضة ، ثم بطاريات الكادميوم واكسيد الفضة .

بعض تفصيلات عن بطاريات الوقود :

بعد هذه المقدمة عن البطاريات الكهربية التقليدية نعود الى الموضوع الرئيسي وهو بطاريات الوقود : بطاريات الوقود هي معدات لتحويل الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربية (ذات بيار مستمر عن طريق التفاعلات الكيميائية ، والنبي هي نفاعل أكسده عند المهبط (أى القطب الموجب) وتفاعل احتزال اى احتراق الوقود عند المصعد (أى القطب السالب) - ونعتبر هذه البطاريات بطاريات ابتدائية ولكنها تختلف عن البطاريات التقليدية في أن المواد الكيميائية اللازمة للتفاعلات ليست هي أقطاب البطارية ذاتها كما في البطاريات التقليدية ، وإنما تتدفق هذه المواد الكيميائية الى البطارية من مصدر خارجي عن طريق أنابيب توصيل بمعدل يتناسب مع معدل سحب الطاقه الكهربية من البطارية ، حيث يحدث التفاعل الكيميائي عند قطبين منفصلين لا تسأن لهما بالتفاعلات الكيميائية - فبطاريات الوقود هي معدات حقيقية لتحويل الطاقة وليست معدات لخزن الطاقة الكيميائية فقط كما في البطاريات التقليدية .

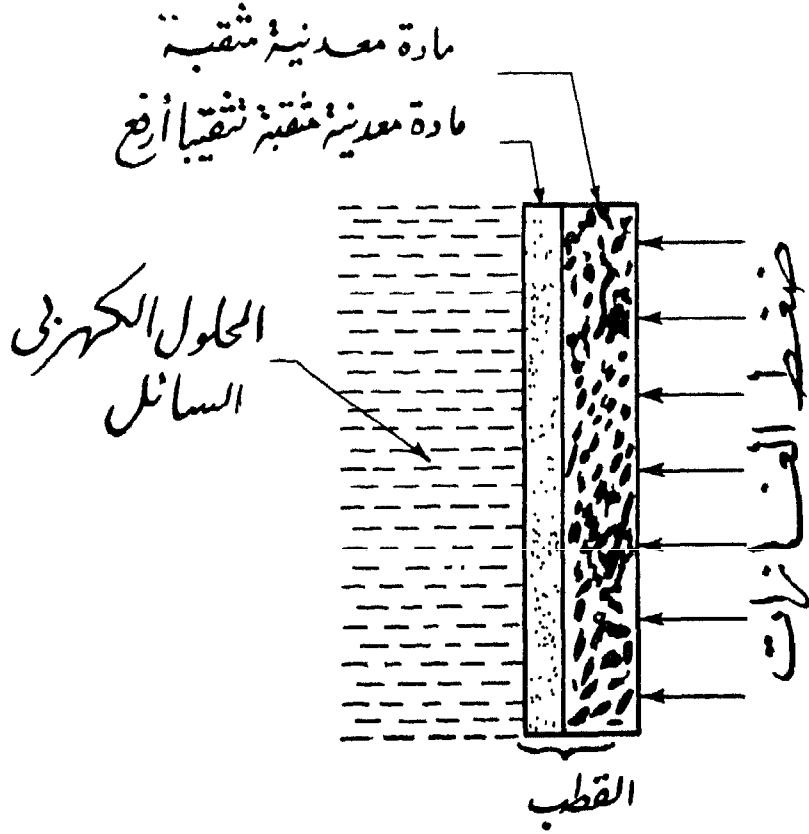
هناك نظامان من بطاريات الوقود :

(النظام الاول) وفيه يستعمل الوقود الكربوني ، وهدف هذا النظام هو استخدام طاقة الكربون بأعلى كفاءة ممكنة ، حيث يحول الكربون أولا الى غاز أول أكسيد الكربون أو الى الغاز المائي ، ثم يضغط ليتدفق نحو قطب البطارية السالب ، وفي نفس الوقت يضغط غاز الاحتراق (الاوكسجين أو الهواء) ليتدفق نحو قطب البطارية الموجب - ان نتيجة التفاعل الكيميائي النهائية هي اتحاد أول أكسيد الكربون مع الاوكسجين ، فيتكون ثاني أكسيد الكربون (وهو العادم) ، ومعنى ذلك احتراق الوقود الكيميائي ليتحول الى رماد .

أما في (النظام الثاني) : يستخدم غاز الايدروجين كوقود ، ونتيجة التفاعل الكيميائي النهائية هي اتحاد جزيئات الايدروجين مع جزيئات الاكسجين فتتكون جزيئات من الماء .

كما يمكن تقسيم بطاريات الوقود الى ثلاثة أنواع تبعا لحالة المحلول الكهربي . النوع الاول وفيه المحلول الكهربي سائل ، والنوع الثاني محلوله الكهربي عجينه (أى شبه صلب) ، أما في النوع الثالث فالمحلول الكهربي صلب .

النوع الاول : يستخدم عادة غاز الايدروجين كوقود - كما يستخدم الاكسجين او الهواء كغاز للاحراق (أى الغاز الذى سوف يتسبب في احتراق الوقود) - أما المحلول الكهربي السائل فهو في العادة قلاوى مثل الصودا الكاوية (هيدرو كسيد البوتاسيوم) ومثل هيدرو كسيد الصوديوم - كما تصنع الاقطاب بحيث تسمح لغازات الوقود وغازات الاحتراق بالانتشار خلالها ، حتى تتفاعل الغازات مع المحلول الكهربي السائل ويحدث التفاعل الكيميائي - فهي تصنع من حبيبات أو مسحوق من مادة معدنية ، أو من مادة معدنية مثل النيكل أو الفضة مثقبة ذات مسام أى بثقوب قطر أى منها حوالى جزئين من الالف من المليمتر ، أو من كربون مثقب - ومعنى ذلك أنه لا بد ان تكون هناك منطقة كبيرة على سطح (وفي داخل جسم) القطب تتفاعل فيها الغازات مع المحلول الكهربي (شكل ٨) . كما يستحسن ان تتدفق الغازات وهي تحت ضغط ، حتى تمنع المحلول الكهربي من سد المسام (الثقوب) .



شكل ٨

انتشار الغازات خلال مادة الأقطاب المثقبة .

ولا يفصل استخدام الوقود الكربونى (كغاز أول أكسيد الكربون مثلا) والسبب فى ذلك هو أن ثانى أكسيد الكربون الناتج من احتراق الوقود سوف يتفاعل مع المحلول الكهربى السائل ، فيستهلك المحلول الكهربى ، هذا بالإضافة الى انسداد مسام الأقطاب بأملاح الكربونات .

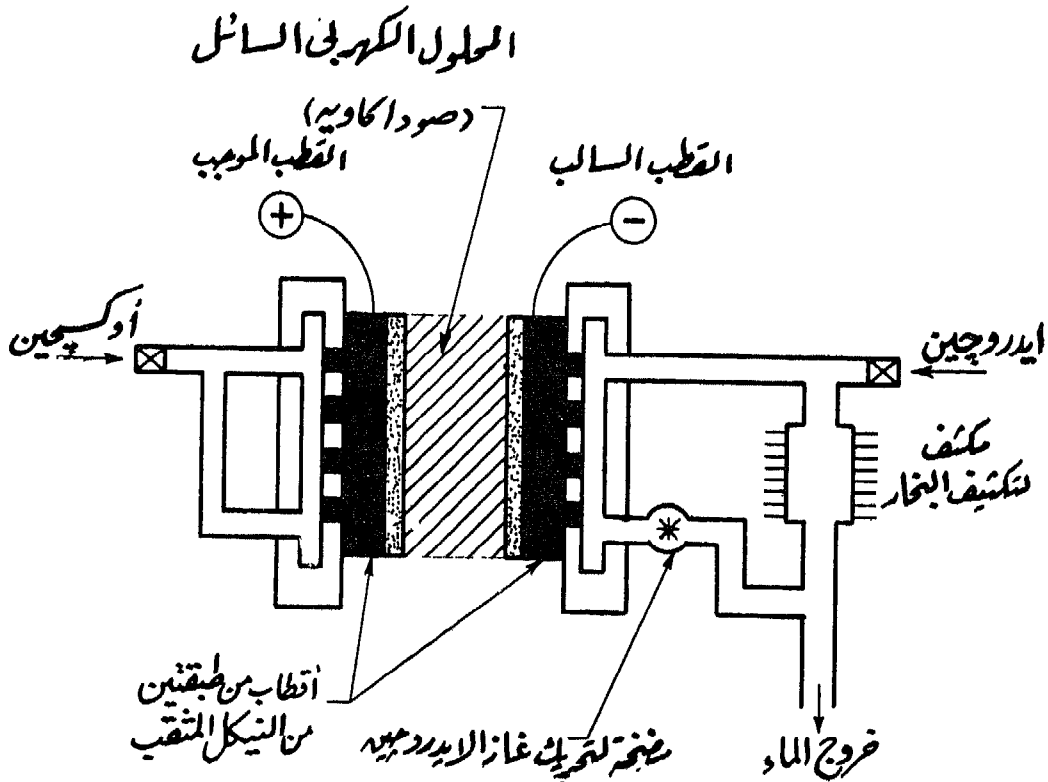
وتتم التفاعلات الكيميائية فى هذا النوع من البطاريات كما يأتى :

أولاً - التفاعلات عند قطب البطارية السالبة (المصعد) : تتحلل جزيئات الأيدروجين (وهو الوقود) الى ذرات الأيدروجين ، ثم يحترق هذا الوقود باتحاده مع أيونات الهيدروكسيد السالبة التكهرب والآتية اليه من القطب الموجب عن طريق المحلول الكهربى ، ونتيجة هذا الاحتراق هو انطلاق الإلكترونات (وهي غاز التشفيل) الى المحل الكهربى خارج البطارية ، حيث يعمل هذا الغاز الإلكتروني شغلا كهربيا هو الطاقة الكهربائية المفيدة ، كما ينتج من هذا الاحتراق جزيئات من بخار الماء .

ثانياً - التفاعلات عند قطب البطارية الموجب (المهبط) : تتحد الالكترونات (الآتية من الحمل الكهربى بعد تأديتها الشغل الكهربى المفيد) مع الاوكسجين (وهو غاز الاحراق ، ومع زيئات الماء فتتكون أيونات سالبة التكهرب من الهيدروكسيد أساسا .

وهناك أنواع متعددة من بطاريات الوقود ذات المحلول الكهربى السائل وشكل (٩) يبين عد هذه الانواع وفيه الاقطاب مصنوعة من النيكل المثقب وهى رفيعة السمك ، اذ يبلغ سمكها الى مليمتر ، وهى تتكون من طبقتين تختلفان عن بعضهما فى مقدار أقطاب التثقيب ، فالطبقة التى تواجه الغازات يبلغ قطر التثقيب بها حوالى ثلاثة أجزاء من المائة من المليمتر ، فى حين أنه سف ذلك فى الطبقة التى تواجه المحلول الكهربى السائل ، وهو يتكون من الصودا الكاوية والسلى لىغ تركيزها حوالى ٢٥٪ - كما ان البطارية مجهزة بمكثف لتكثيف بخار الماء الناتج من التفاعل كيميائى عند قطب البطارية السالب - كما يوجد مضخة لتحريك غاز الايدروجين .

تتكون بطاريات الوقود ذات المحلول الكهربى السائل من عدد من الوحدات (الخلايا) قد يصل الى الالف ، كما تنتج هذه البطاريات قدرة كهربية قد تصل الى عشرات الكيلو وات وهى تعمل عند



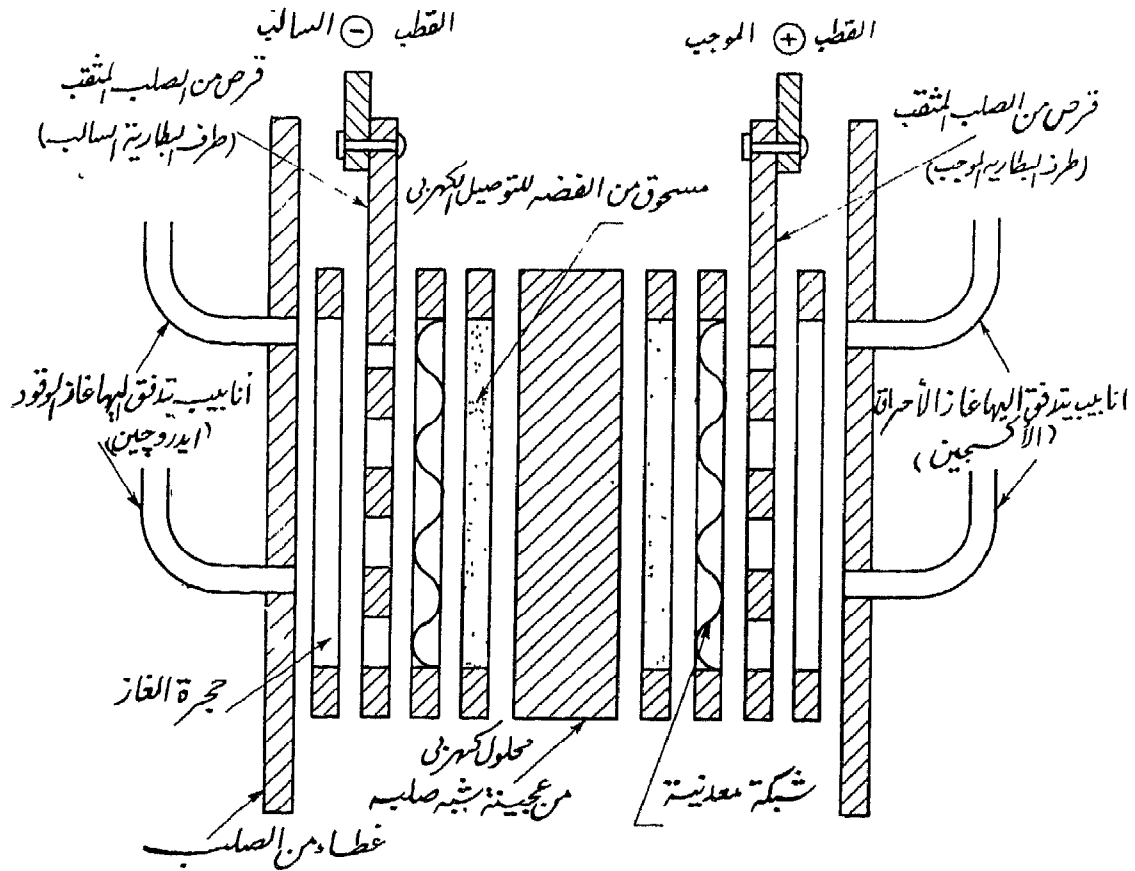
شكل ٩

بطارية وقود ذات محلول كهربى سائل .

درجات حرارة اقل من مائة درجة مئوية وذلك لأن غاز الايدروجين يتفاعل سريعاً حتى عند درجات الحرارة المنخفضة كما تعمل عند ضغوط معتدلة ، الا ان بعضها يعمل عند درجات من الحرارة قد تصل الى ٢٠٠ درجة مئوية واكثر ، وغازات تحت ضغوط قد تصل الى خمسين ضغط جوى وذلك للحصول على مقادير أكبر من الطاقة الكهربائية لنفس الاحجام والاوزان .

النوع الثاني :

يختلف هذا النوع عن النوع السابق الذكر في أن المحلول الكهربى عجينة شبه صلبة من أكسيد المنجنيز وكربونات البوتاسيوم وكربونات الليثيوم - كما أن سطح الاقطاب مكونة من مسحوق الحديد أو النيكل في حالة قطب غاز الايدروجين (القطب السالب) وقد يكون من مسحوق الفضة في حالة قطب غاز الاكسجين (القطب الموجب) - كما تجهز بطاريات هذا النوع عادة بشبكات معدنية لتمكن الاقطاب من الضغط على المحلول الكهربى - وشكل (١٠) يبين احدى هذه البطاريات .



شكل ١٠

بطارية وقود ذات محلول كهربى شبه صلب .

الطاقة في الحاضر والمستقبل

تعمل هذه البطاريات عند درجات الحرارة المرتفعة نسبيا (بين ٥٠٠ ، ٨٠٠ درجة مئوية)
نهى اذن لا تتطلب غاز ايدروجين نقي كما هو الحال في النوع الاول - كما يمكن استخدام غاز
اول اكسيد الكربون والغاز الطبيعي كغازات وقود ، والسبب في ذلك هو امكان الحصول على
نيار كهربى كبير المقدار باستخدام هذا الوقود الكربونى عند درجات الحرارة العالية .

تتلخص صناعة هذا النوع من البطاريات في عمل الاقطاب من حبيبات من مادة معدنية
نضغط على القرص الذى يحتوى على عجينة المحلول الكهربى ، وتوضع جميعها في وعاء محكم
الفلق ومجهز بأنابيب تسمح بمرور غاز الوقود وغاز الاحراق ولا تسمح بخلطهما .

النوع الثالث :

يعتمد عمل البطاريات ذات المحلول الكهربى الصلب على الخاصية الآتية :

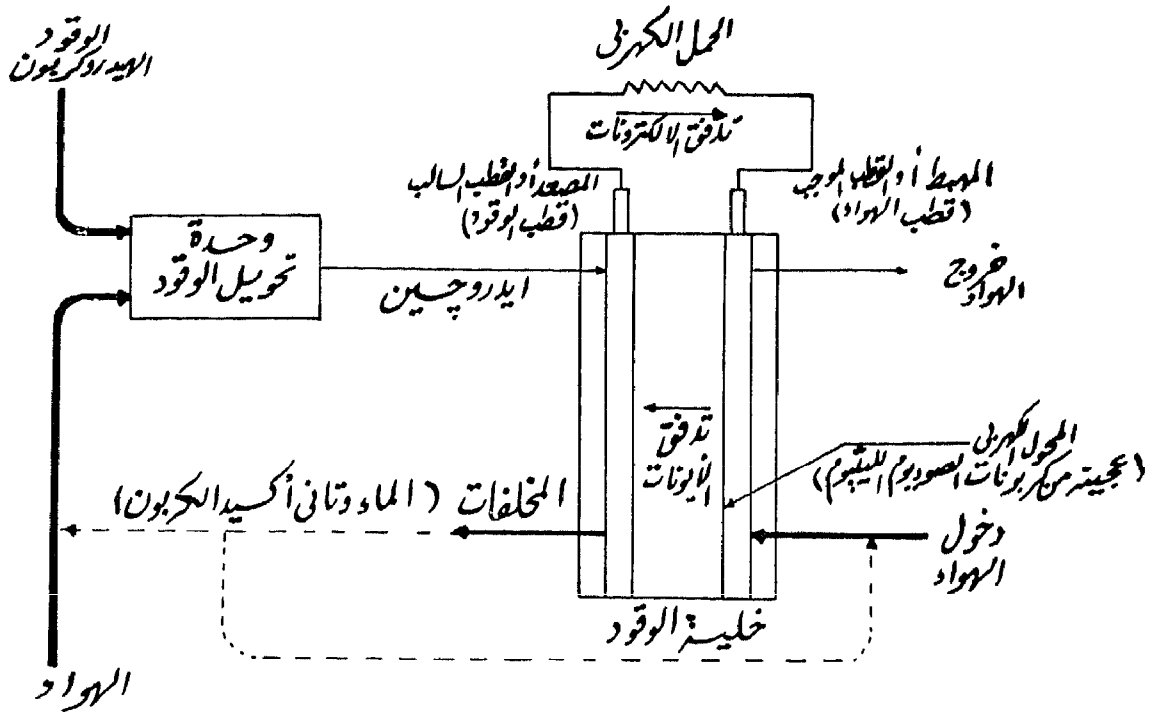
إذا رفعت درجة حرارة بعض المواد الصلبة الى حوالى ١٠٠٠ درجة مئوية فان ايوناتها تصبح
قابلة للحركة وتحرك خلال المادة الصلبة ، ومن امثلة هذه المواد « اكسيد الزركونيوم » يستخدم
غاز الايدروجين في هذا النوع من البطاريات كوقود ، كما يستخدم غاز الاكسجين كمادة
احراق .



ولا يفوتنا أن نشرح هنا باختصار بطاريات الوقود الهيدروكربونى والذى تعمل (بالجازولين
والكيروسين ووقود الديزل) مع الهواء والذى سوف يكون المستقبل لها نظرا لتشغيلها بوقود
رخيص شائع الاستعمال . هناك نظامان من هذه البطاريات : النظام الاول وهو الاكثر شيوعا وقدمنا
هو نظام الاحتراق غير المباشر ، أما الثاني فهو نظام الاحتراق المباشر - ففي النظام الاول يتحول
الوقود الهيدروكربونى قبل احتراقه الى ايدروجين (تختلف درجة نقاوته تبعاً لنوع لبطارية) ثم
يحترق هذا الايدروجين عند قطب البطارية السالب او المصعد (وهو قطب الوقود) فنطلق
الالكترونات (وهى غاز التشفيل) الى الحمل الكهربى خارج البطارية - شكل (١١) - وعند
قطب البطارية السالب او المهبط (وهو قطب الهواء) تتحد الالكترونات (الواردة من الحمل
الكهربى) مع اوكسجين الهواء مكونة في النهاية جزيئات من الماء تعمل هذه البطاريات بين ٦٠ الى
١٠٠٠ درجة مئوية .

اما في نظام الاحتراق غير المباشر يفاعل الوقود الهيدروكربونى مباشرة عند القطب السالب
حيث يحترق مطلقا الالكترونات الى الحمل الكهربى الخارجى ، وتستكمل الدائرة الكهربائية
كما في النظام السابق .

كما لا يفوتنا ان نقارن بين انواع الوقود المختلفة وهى « الايدروجين » ثم الوقود الوسط
وأخيرا « الوقود الهيدروكربونى » .



شكل ١١

المكونات الأساسية لوحدة البطارية التي تعمل بالوقود الهيدروكربوني والهوا - الضغط الكهربى الناتج هو فولت واحد تقريبا .

ان الايدروجين ووقود بسيط (غير مركب) قوى التفاعل ، فكل ذرة منه تفقد الكترونا اثناء التفاعل عند قطب البطارية السالب ، وهذا يفسر كثافة التيار الكهربى العالىة التى يمكن الحصول عليها باستخدام الايدروجين كوقود - ولكن للايدروجين بعض العيوب أهمها ارتفاع ثمنه وصعوبة تخزينه . أما « الوقود الوسط » فهو متوسط التفاعل ، متوسط الثمن ، متوسط الطاقة ، ولا توجد صعوبة كبيرة فى تداوله وتخزينه - ومن أمثله « الأمونيا » و « الكحول الميثيلى » .

لا شك ان المستقبل هو للوقود الهيدروكربونى وخاصة السائل منه ، وذلك بالرغم من انخفاض درجة تفاعله المركب ، نظرا لشيوع تداوله ورخصه .

ولا يفوتنى ايضا ان اقرن بين الاكسجين والهوا كغازى احراق . ليس للاكسجين تأثير ضار على عمل البطارية ولا على المحلول الكهربى ولكنه مرتفع الثمن ، بالاضافة الى صعوبة نقله وكبر حجمه وثقل وزنه . أما الهوا فهو مادة احراق بلا ثمن ، الا ان له بعض الاضرار الناتجة من تواجد النشروجين وثانى اكسيد الكربون ، فالاول قد يملأ مسام مادة المهبط فيقلل من وصول الاكسجين اليها بالاضافة الى انه قد يحمل معه (اثناء مروره فى المحلول الكهربى السائل) بخار الماء مما يؤثر على عمل البطارية - اما ثانى اكسيد الكربون فله تأثير ضار على المحاليل

الكهربية القلوية وذلك بتفاعله معها ككل أو بترسيبه المواد الصلبة على أقطاب البطارية ، وعلى ذلك يجب إزالة نانى أكسيد الكربون من الهواء قبل استعماله ، أو تغيير المحلول الكهرى بين آونة وأخرى .

ان أيا من أنواع البطاريات السابقة الذكر يجب أن يكون مجهزا بأجهزة أوتوماتيكية لتنظيم كمية الغاز تبعا لكمية الكهراء المطلوبة ، كما يجب أن يكون مجهزا بمعدات وقاية نتيجة لسوء التشغيل وذلك بتجهيزها بمعدات لتحديد درجة الحرارة وتحديد مقدار التيار الكهرى ومقدار الضغط الكهرى - كما يجب أن لا يتغير المحلول الكهرى بل يبقى بحالته وتكوينه سواء كان سائلا أم صلبا أم شبه صلب - وغير ذلك من التجهيزات .

ويمكنني أن أذكر بدون مبالغة أن بطاريات الوقود ذات السعة الكبيرة سوف تؤدي الى تغيير جذرى في توزيع الشبكات الكهربية - والسبب في ذلك ان كفاءة التحويل (في بطاريات الوقود) كبيرة المقدار فهي تتراوح بين ٥٠٪ ، ٩٠٪ ولا تعتمد على حجم وسعة البطارية ، وهذا بخلاف المحطات التقليدية لتوليد الكهراء حيث تزداد الكفاءة كلما زادت قدرة المحطة ، وهذا هو السبب الرئيسى في انشاء المحطات التقليدية بقدرات تبلغ مئات الآلاف من الكيلوات وتوزيعها عن طريق الشبكات الكهربية - ان كل منزل وكل مصنع يمكنه ان يستقل استقلالاً كاملاً بما يحتاج اليه من الطاقة الكهربية ، وذلك باستعمال بطاريات الوقود وخاصة التي تعمل بالوقود الهيدروكربونى وبالهواء كمادة احراق .

حينما تكون الحاجة ماسة الى تيار كهرى كبير المقدار يبلغ الآلاف من الامبيرات وضغط كهرى صغير المقدار (عشرات من الفولتات مثلا) فبطاريات الوقود هي خير من يلبى النداء ، ومن أمثلة ذلك الصناعات الكيمائية الكهربية منسل صناعة السماد حيث غاز الايدروجين (ولو أنه غير نقى) وغاز أول أكسيد الكربون (ولو أنه غير نقى أيضا) هما منتجات جانبية في هذه الصناعات ، ويمكن استغلالهما كوقود للبطاريات - أما عند شركات تكرير البترول فان هذه الغازات متوفرة ويمكن استغلالها لنفس الغرض - وفي مصانع اللحام بالكهراء سوف تأخذ بطاريات الوقود مكان الصدارة ، بدلا من وحدات « المحركات والمولدات » الكهربية المستخدمة حاليا ، فبطاريات الوقود سوف تزيد كفاءة العمل ، فهي تعمل في هدوء وسكون .

أما في التطبيقات العسكرية فبطاريات الوقود تمد أجهزة الرادار (في الخطوط الامامية مثلا) بالطاقة الكهربية اللازمة لتشغيلها ، كما تمد بعض أنواع الغواصات بالكهراء .

كما نمد بطاريات الوقود السيارات بالطاقة الكهربية اللازمة لتسييرها .

ز - المعدات الكهربية الحديثة التي تعمل بالنظام الحرارى الكهرى *

المولدات الحرارية الكهربية هي آلات حرارية ولكن غاز التشغيل فيها هو الإلكترونات (وليس البخار أو الهواء الساخن كما في الآلات الحرارية التقليدية) ، حيث تنتقل الطاقة الحرارية الى هذا الغاز الالكترونى عن طريق تبادل الطاقة بين الالكترونات والهيكل البلورى للمادة المستخدمة ، ثم تحويل طاقة الالكترونات هذه الى طاقة كهربية .

وحيث أن الفترة الزمنية اللازمة لهذا التبادل هي حوالى جزء من مائة ألف من المليون من الثانية ، فهي قصيرة جدا لا تكفى اطلاقا لتسرب الحرارة من الهيكل فيبقى ساخنا ، وهذا هو أحد الاسباب الرئيسية التى تحد من درجة الحرارة ، وبالتالي تحد من كفاءة هذه المعدات ان أقصى درجة حرارة تعمل بها المولدات الكهربائية الحرارية حاليا هي حوالى ٥٦٠٠ مئوية .

ويتوقف عمل هذه المعدات على الظواهر العملية التالية :

✳ عند وضع نقطة تلامس (تماس) طرفى سلكين معدنيين مختلفين عند درجة حرارة معينة ، ووضع الطرفين الاخرين عند درجة اخرى من الحرارة ، تتولد قوة دافعة كهربية (ضغط كهبرى) فيمر تيار كهبرى مستمر نتيجة لهذا الضغط الكهبرى ، ومعنى ذلك ان تدفق الطاقة الحرارية من النقطة الساخنة الى النقطة الباردة يحمل معه شحنة كهربية . يتوقف مقدار الضغط الكهبرى على الفرق بين درجتى الحرارة ، ويسمى الضغط الكهبرى لكل درجة حرارة فرق بمعامل (سيبك) تبعا لاسم مكتشفة .

✳ اما اذا مر تيار كهبرى عند نقطة تلامس معدنيين مختلفين انطلقت طاقة حرارية او امتصت طاقة حرارية تبعا لاتجاه سير التيار ، ويسمى مقدار الطاقة لكل وحدة تيار (اثناء وحدة زمنية) « بمعامل بلتبييه » تبعا لاسم مكتشفه ، فكأن التيار الكهبرى (أى الالكترونات المتدفقة) يحمل معه طاقة حرارية (من النقطة الساخنة الى النقطة الباردة) . ان «معامل بلتبييه » يساوى « معامل سيبك » مضروبا في درجة الحرارة المطلقة .

✳ وعندما يمر تيار كهبرى في مادة متجانسة (سلك معدنى متجانس مثلا) ولكن درجة الحرارة مختلفة في اتجاه طوله امتصت المادة طاقة حرارية اذا كان اتجاه التيار الكهبرى من النقطة ذات درجة الحرارة الاقل الى النقطة ذات درجة الحرارة الاعلى والعكس صحيح ، أى انطلقت من المادة طاقة حرارية اذا كان اتجاه التيار من النقطة ذات درجة الحرارة الاعلى الى النقطة ذات درجة الحرارة الاقل . تسمى كمية الطاقة الحرارية في كلتا الحالتين « بحرارة تومسون » تبعا لاسم مكتشفها - وهى تتناسب مع مقدار التيار الكهبرى ومع الفرق بين درجتى الحرارة .

ان اكبر كفاءة امكن الحصول عليها حتى الان باستخدام معدني البيزموث والانتيمونى هي ٣ ٪ ، فى حين أن الكفاءة تصل الى ١٠ ٪ باستعمال المواد شبه الموصلة ، والسبب فى ذلك ان مقدار معامل سيبك فى المواد المعدنية صغير ، فى حين ان المواد شبه الموصلة يمكن اختيارها وتطعيمها صناعيا بمواد اخرى حتى تصبح ذات درجة توصيل كهبرى كبيرة وذات معامل سيبك معقول المقدار أيضا .

ان المواد شبه الموصلة هي المواد الفعالة فى المولدات الحرارية وبناء على ذلك فسوف نقدم فيما يلى
أنسس هذه المواد :

ان التقدم الكبير الذى أحرزته تكنولوجيا المواد شبه الموصلة لفرض صناعة الترانزستور وما سبقه من دراسات ضخمة لعنصرى الجرمانيوم والسيليكون (وهما من المواد شبه الموصلة يصنع

منهما الترانزستور الى وقتنا هذا) وما تبع ذلك من دراسات للمواد شبه الموصلية المركبة ، قد أدت جميعها الى التحسين والتقدم الكبير في معدات الانتاج الحرارية الكهربائية الحديثة - ومع ان مادى الجرمانيوم والسيليكون (اللذين يستخدمان في صناعة الترانزستور) لا يفيدان في المعدات الحرارية الكهربائية نظرا لارتفاع تمنهما وكذلك نظرا لانهما لا يتحملان درجات الحرارة العالية (والتي تقرب من درجة الاحمرار) بدون ان يفقدوا خواصهما الكهربائية ، الا أننا سوف نقدم شرحا مبسطا لهاتين المادتين نظرا لانهما أسهل شرحا من أى مواد شبه موصلية أخرى . ان المستعمل فعلا في المعدات الكهربائية الحرارية هي « مركبات المواد شبه الموصلية » .

لقد ذكرنا سابقا ان الالكترونات المستعدة (أو المتحفزة) وهي الالكترونات الخاصة بأبعد طبقة من النواة هي التى تعين خواص المادة ، فاذا كانت طبقة من ذرتها تتحرك داخل المادة فى سهولة ويسر فالمادة « معدنية » ذات درجة توصيل عالية للكهرباء ، أما اذا كانت الالكترونات المستعدة مقيدة الى ذرتها بقيد يصعب فكها فهي مادة « عازلة للكهرباء » ، أما المواد شبه الموصلية فهي بين حالتي المواد الموصلية والمواد العازلة .

ان عدد الالكترونات المتحفزة فى أى من الجرمانيوم أو السيليكون أربعة - فاذا تكونت بلورة من الجرمانيوم (وهي مجموعة كبيرة متناسقة هندسيا من ذرات الجرمانيوم) بحيث تكون الذرات فيها مرتبة كما فى شكل (١٢) تصبح أى من الذرات وكأنها محاطة بثمانية الكترونات متحفزة . وهذا الوضع فى التركيب يماثل تركيب ذرة الفلز الخامل (الكريبتون) والذى فيه الالكترونات المتحفزة شديدة التماسك بذرتها لدرجة يصعب معها فك هذا التماسك . ان سبب التماسك الشديد هو الرباط المتين بين ذرات الجرمانيوم والناتج من قوى الجذب الكهربائية . ان درجة التوصيل الكهربى للجرمانيوم فى هذه الحالة (وهي تناسب تناسبيا طرديا مع عدد الالكترونات السهلة الحركة ، اى تناسب تناسبيا عكسيا مع درجة تماسك الالكترونات المتحفزة) صغيرة جدا ، فالجرمانيوم يعتبر مادة عازلة عند درجة الصفر المطلق ، أما عند درجة حرارة الجو العادية فان الطاقة الحرارية تكفى لفصل جزء صغير من الالكترونات المستعدة (بنسبة الكترون واحد فى كل بليون ذرة) فتزداد درجة توصيله الكهربى قليلا ولكنها لا تزال صغيرة نسبيا . وما ذكرناه عن الجرمانيوم ينطبق على السيليكون .

كيف اذن يمكن زيادة درجة التوصيل الكهربى لهاتين المادتين ؟ يتأتى ذلك عن طريق التطعيم بمادة غريبة فتنتشر ذرات هذه المادة بين ذرات الجرمانيوم (أو السيليكون) - ان مادة التطعيم هذه لها شروط معينة ، فالكتروناتها المتحفزة يجب أن تكون خمسة أو ثلاثة - ومن أمثلة المادة الأولى الفوسفور والأرسنك والانتيمونى - عندما تطعم مادة الجرمانيوم بأحد هذه المواد فان هيكلها يصبح وكأن به الكترون فائض غير ضرورى لتماسك الهيكل (شكل ١٢) - ان الطاقة اللازمة لفك (أى تحرير) هذا الالكترون من الهيكل هي طاقة صغيرة المقدار فهي جزء من المائة من الطاقة اللازمة لتحرير أحد الالكترونات المتحفزة فى الجرمانيوم غير المطعم . تسمى مادة التطعيم فى هذه الحالة « بالنافع » ويسمى نوع الجرمانيوم « بالجرمانيوم السالب » - وذلك لاحتوائه على الكترونات ضعيفة التماسك فيسهل نقلها داخل المادة من ذرة لآخرى وذلك عند درجة

في هذه الحالة « المنتفع » ويسمى نوع الجرمانيوم المطعم بها « الجرمانيوم الموجب » - أن الطاقة اللازمة لملء الفجوة هي طاقة صغيرة المقدار فهي جزء من المائة من الطاقة اللازمة لفك (أى تحرير) أحد الالكترونات المتحفزة في الجرمانيوم غير المطعم وبذلك يسهل ملء الفجوات ، فتظهر وكأن الفجوات تنتقل داخل المادة بسهولة وينشر ، وذلك عند درجة الحرارة العادية ويصبح الجرمانيوم ذى درجة توصيل كهربى كبيرة المقدار نسبيا .

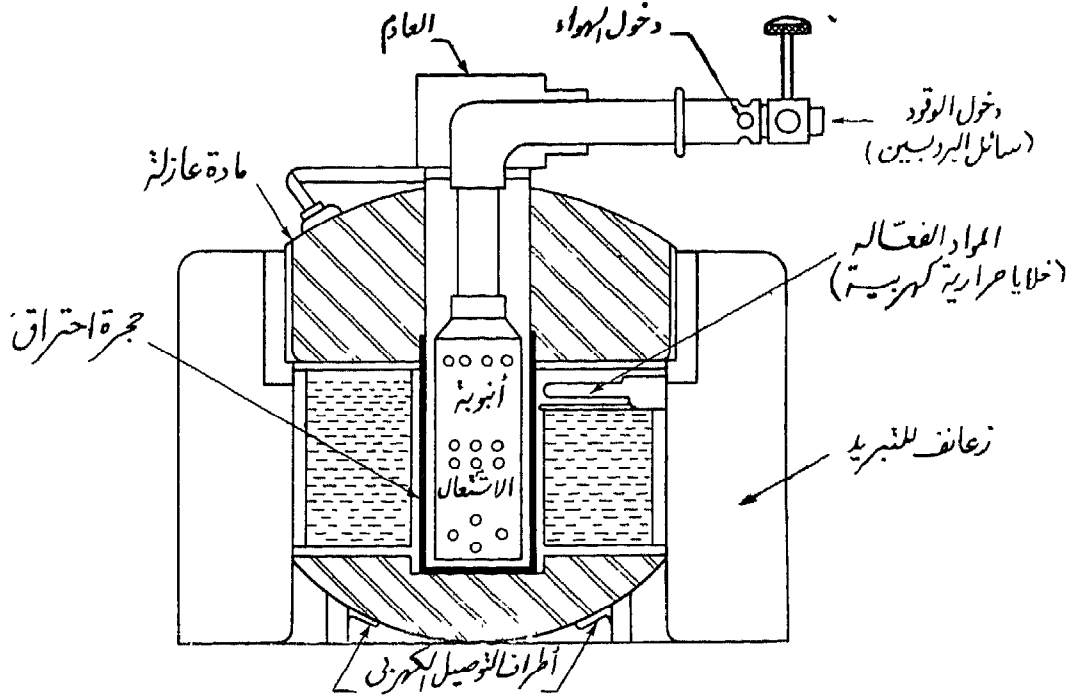
يتبين مما تقدم أنه للحصول على درجة توصيل كهربى كبيرة المقدار يجب أن تكون نسبة مادة التطعيم كبيرة ، قد تصل الى ملايين من كمية التطعيم في المواد المستخدمة في صناعة الترانزستور ، حتى أنه يمكن تسمية المواد المستخدمة في المعدات الحرارية الكهربائية أنها سبائك « شبه معدنية » وليست « شبه موصلة » فهي أقرب للمود المعدنية ، وبناء على ذلك فلا ضرورة لتنقية المواد شبه الموصلة قبل التطعيم لدرجة عالية من النقاوة كما هو الحال في المواد المستخدمة في الترانزستور (حيث تصل درجة نقاوتها ١٠ : ١١ : ١) وبذلك فهي رخيصة الثمن نسبيا . وإذا كان الأمر كذلك فلماذا لا نزيد من تركيز مادة التطعيم ؟ الجواب على ذلك أن هناك خصائص أخرى مطلوبة تحد من هذه الزيادة أهمها معامل « سيبك » حيث يزداد مقدار هذا المعامل كلما قل تركيز التطعيم فقد يصل الى بضع أجزاء من الألف من الفولت لكل درجة حرارة (فرق) في المواد ذات التطعيم القليل ، ولكن درجة التوصيل الكهربى في هذه الحالة سوف تكون صغيرة المقدار فلا فائدة منها ، وعلى ذلك فإننا نجد أن هناك درجة تركيز تطعيم معينة تجعل كفاءة التحويل أكبر ما يمكن وهى بين ١٠ إلى ٢١ لكل سنتيمتر مكعب ، وعند هذه الدرجة من التركيز يتراوح معامل « سيبك » بين ٠.٢ ، ٣.٤ جزء من الألف من الفولت .

لقد بينت الأبحاث أن ارتفاع درجة حرارة المركبات شبه الموصلة (المستخدمة في صناعة المعدات الحرارية الكهربائية) لا تلتفها ولا تفقدها خواصها الكهربائية كما يحدث لمادتى الجرمانيوم والسيليكون المستخدمين في صناعة الترانزستور ، ذلك لأن مادة التطعيم تعتبر مذابة في محلول صلب مخفف من المادة المركبة شبه الموصلة ، مثلها في ذلك كمثل مادة المحلول الكهربى الصلبة عند اذابتها في الماء في البطاريات السائلة . فعندما تتغير درجة الحرارة تتغير معها درجة الاذابة ، أى تتغير معها درجة تركيز حاملات الشحنات الكهربائية ، ولكن سرعان ما تصل الى قيمة مستقرة عندما تستقر درجة الحرارة عند مقدار معين ، وبناء على ذلك فإن ارتفاع درجة الحرارة لا يؤدي الى تلف المادة المركبة ، وإنما يؤدي الى زيادة حاملات الشحنات الكهربائية . يجدر بنا ان نكرر هنا انه كلما ارتفعت درجة الحرارة زادت كفاءة التحويل .

تتكون اذن وحدة المنبع الحرارى الكهربى من زوج حرارى ، احدى ساقيه مكونة من مادة مركبة تشبه موصلة « موجبة » والساق الاخرى مكونة من نفس المادة شبه الموصلة ولكنها « سالبة » . ان المادة المركبة شبه الموصلة التي تصنع منها معدات الانتاج الحرارية الكهربائية هي سبائك مركبة من مادتين او أكثر ، وحاليا هي « تليريد الرصاص » وهو مركب من التليريوم والرصاص ، وفي حالة النوع الموجب تطعم هذه المادة بمادة « الصوديوم » بنسبة ٣.٠ في المائة ، أما في حالة النوع السالب فتطعم بمادة « أيودين الرصاص » بنسبة ٣.٠ في المائة .

ويستعمل غاز البروبين او الغاز الطبيعي كمصدر للطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة نقط تلامس ساقى الازواج الحرارية - كما قد يستخدم التسخين الكهربى لنفس الغرض . هذا ويمكن استخدام طاقة الشمس الحرارية وخاصة عند الاستعمال فى الاقمار الصناعية . وفيما يلي وصف لاحد معدات الانتاج الحرارية الكهربائية الحديثة :

يبين شكل (١٣) منتجاً حرارياً كهربياً ذا قدرة متوسطة (حوالى ١٥ وات) يعمل باشعال غاز البروبين الطبيعى - يدخل غاز البروبين مع الهواء فى أنبوبة الاحتراق - ويوضع حول حجرة الاحتراق أطراف عدد كبير من الازواج الحرارية ، نصفها من مركب « تليريد الرصاص الموجب » والنصف الآخر من مركب « تليريد الرصاص السالب » حيث أن كل زوج يتكون من ساقين من مادتين مختلفتين هما تليريد الرصاص الموجب ، وتليريد الرصاص السالب - أما الاطراف الخارجية للازواج الحرارية فهى متصلة بزعانف للتبريد ، وبلغ كفاءة التحويل فى هذا المولد ٧٪ . كما أن هناك مولدات حرارية كهربية بنفس التكوين السابق وهى مكونة من حوالى ٣٠٠ زوج حرارى متصلة على التوالي ، وهى ذات قدرة كهربية حوالى ٣٠٠ وات وضغط كهربى عند التحميل حوالى ٣٠ فولت ، وان درجة حرارة النقط الساخنة حوالى ٦٠٠ درجة مئوية ودرجة حرارة النقط الباردة حوالى ١٥٠ درجة مئوية (تستخدم مراوح للتبريد تستهلك عشر القدرة الكهربائية) - ويبلغ وزن الجهاز ومعداته أقل من ٤٠ رطلاً . هذا ويمكن استخدام التسخين الكهربى بدلا من اشعال غاز البروبين - ويقدر عمر هذا الجهاز بين خمس الى عشر سنوات .

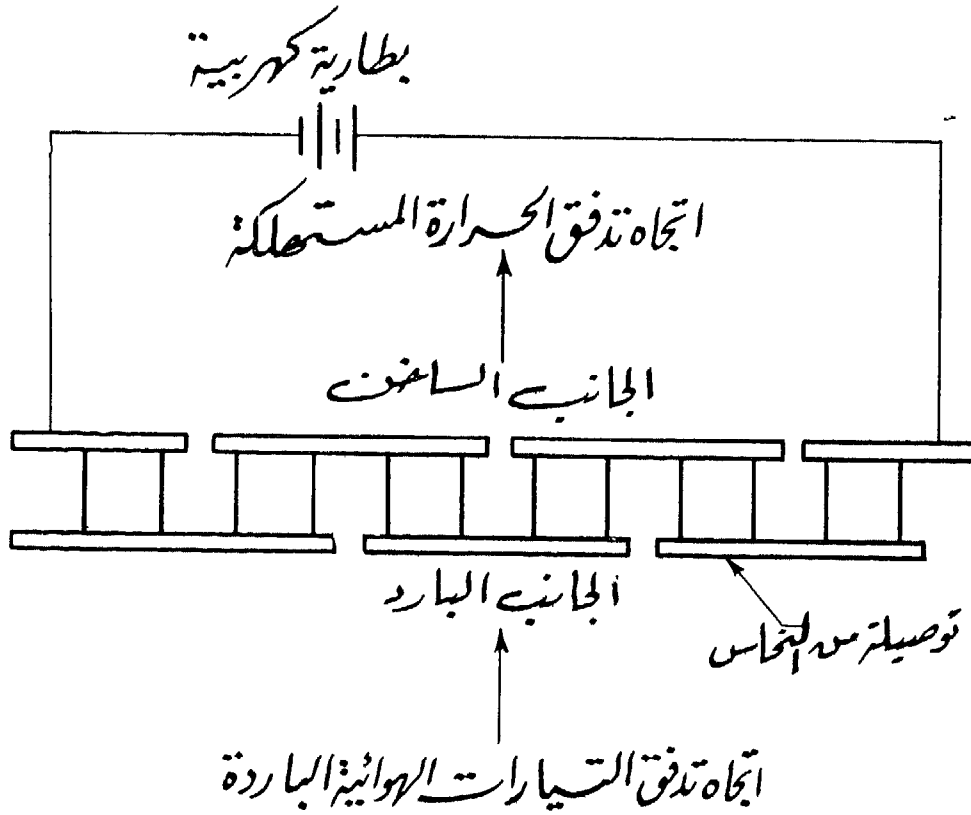


شكل ١٣

مشتج حرارى كهربى يعمل بغاز البروبين .

ان أهم التطبيقات لمعدات الإنتاج الحرارية الكهربائية هو في الأقمار الصناعية لامداد أجهزة الإرسال اللاسلكية بها بالطاقة الكهربائية وفي المعدات الحرارية ، كما ان هناك معدات إنتاج كهربية حرارية تباع في الاسواق تتراوح سعتها بين جزء من الواط الى ١٠٠ وات بل والى ٥٠٠ وات - ويمكن القول ان معدات الإنتاج الحرارية الكهربائية تعتبر مصدرا هاما من مصادر الكهرباء وخاصة في الجهات النائية البعيدة عن العمران مثل اضاءة السواحل النائية لاغراض الملاحاة وغير ذلك . وان سعر الكيلو وات ساعة من هذه المولدات هو سعر معتدل يفل كثيرا عن السعر من البطاريات الكهربائية التقليدية .

أود الا يفوتني عند ذكر المعدات الحرارية الكهربائية أن أشرح باختصار نظام التبريد الحرارى الكهربى . فالتبريد الحرارى الكهربى عبارة عن ضخ حرارى يعتمد على الظاهرة العلمية (معامل بلتييه) السابقة الذكر ، وهى استخدام الفرق بين مستوى طاقات الالكترونات عند تلامس مادتين مختلفتين لنقل الطاقة الحرارية ، فعندما تدفق الالكترونات عند نقطة تلامس مادتين مختلفتين (أى مادتين الكترونايتها المتحفزة ذات طاقات مختلفة) يصحب ذلك تغيير فى الطاقة ينتج عنه امتصاص للحرارة او اطلاق لها وذلك تبعالاتجاه تدفق الالكترونات ، أى تبعالاتجاه التيار الكهربى) .



شكل ١٤

رسم مبسط لوحدة تبريد حرارية كهربية .

شكل (١٤) يبين رسماً مبسطاً لوحدة تبريد حرارية كهربية وهو يتكون من عدد من الأزواج الحرارية ، كل زوج يتكون من مادة مركبة شبيهة بموصلية موجبة ، ومادة مركبة شبيهة بموصلية سالبة متصلين بتوصيلة من النحاس ، وجميعهما متصلة على التوالي ، ويتم تبادل الحرارة عن طريق أسطح ذات مساحات ممتدة مع استعمال التيارات الهوائية (أو السوائل) لحمل الحرارة . ان مقدار التبريد الفعال يقل عن مقدار التبريد الناتج من معامل بلتييه بمقدار نصف الحرارة الناشئة من مرور التيار الكهربى فى المقاومة الكهربية لسائقان الأزواج الحرارية وكذلك بمقدار الحرارة الناشئة من التوصيل الحرارى لهذه السائقان .

اما الطاقة الكهربية اللازمة للتشغيل فى تساوى الضغط الكهربى الناتج من معامل سيديك مضروباً فى التيار الكهربى مضافاً إليها الطاقه الحرارية الناتجة من مرور التيسار الكهربى فى المقاومة الكهربية لسائقان الأزواج .

ان درجة حرارة النقط الساخنة فى حالة التبريد الحرارى الكهربى هى غالباً درجة حراره الجو العادية ، اما درجة حرارة النقط الباردة فقد تصل الى ٥ درجة مئوية تحت الصفر .

اما المواد المستخدمة لساقى اى زوج حرارى فأهمها « البيزموث لتبريد » ، النوع الموجب لأحد الساقين والنوع السالب للساق الأخرى .

وتحتاج معدات التبريد الكهربى الى منبع كهربى ذى تيار كبير المقدار (قد يصل الى ٥٠ امبير) وضغط كهربى صغير المقدار .

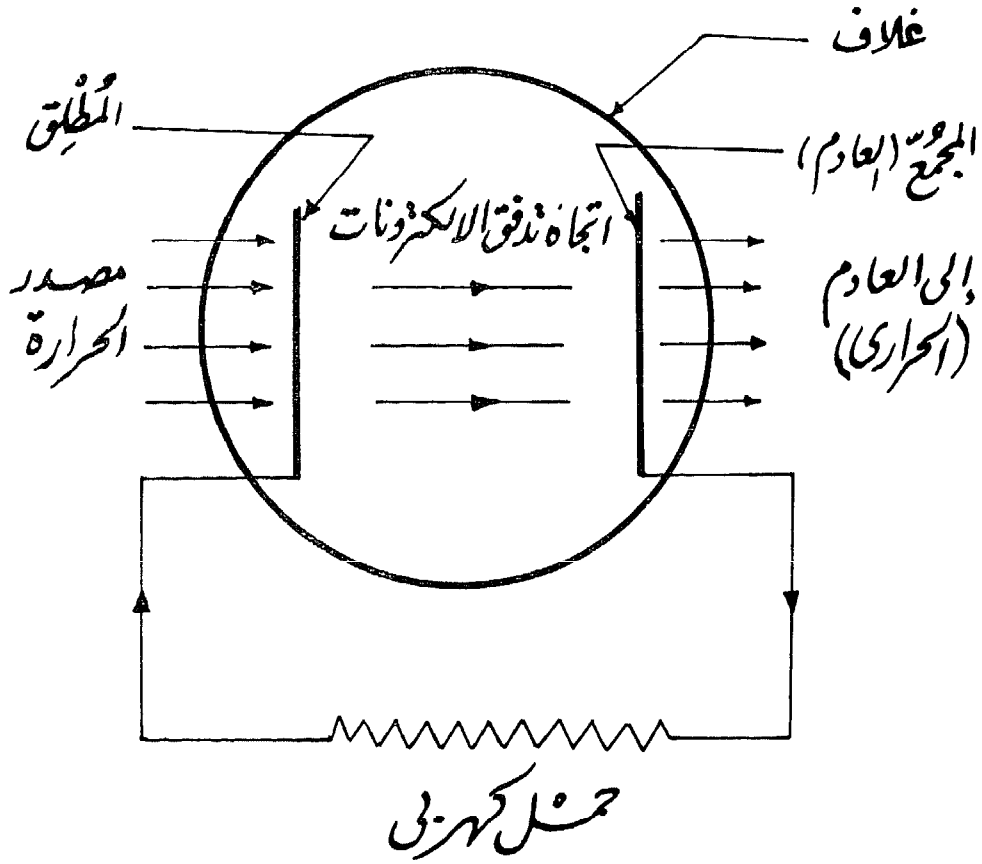
يمتاز التبريد الحرارى الكهربى عن التبريد التقليدى بمزايا متعددة نذكر منها : العمل فى هدوء حيث لا وجود للأجزاء المتحركة - سهولة عكسه من تسخين الى تبريد ، كما أن معداته خفيفة الوزن ويمكن أن تعمل عند درجات الحرارة المرتفعة (أعلى من مائة درجة مئوية) ولا داعى عند صناعتها لاستخدام الاناييب المحكمة الفلقت ذات الضغط ، كما أن سعة التبريد قد تكون كبيرة وقد تكون صغيرة فهى تناسب جميع الحالات ، وعيبه الوحيد انه يستهلك طاقة كهربية أكبر من الطاقة اللازمة للتبريد بالنظام التقليدى ، فهو اذن أكثر تكلفة .



ح - المعدات الكهربية التى تعمل بالنظام الحرارى الايونى :

المولدات الحرارية الايونية هى آلات حرارية وغاز التشغيل (أى الوقود) فيها هو الالكترونات، حيث تنتقل الطاقة الحرارية الى هذا الفاز الالكترونى عن طريق عملية التنشيط الحرارى (عند درجات الحرارة العالية) عند سطح المادة التى تنطلق منها الالكترونات ، وتنشأ الطاقه الكهربية نتيجة لمرور هذا الغاز فى الحمل الكهربى . يبين شكل (١٥) المكونات الأساسية للمنتجات الكهربية التى تعمل بهذا النظم وهى :

أولاً : مصدر الحرارة العالية : وهو قطب كهربى ذو درجة حرارة عالية حوالى (٢٠٠٠ درجة مئوية) تنطلق منه الالكترونات حاملة الحرارة معها ، ويسمى هذا القطب « المطلق » ، وهو عبارة عن معدن التانتيلم أو الموليبدنم أوالتنجستون - قد يكون منبع الحرارة الوقود التقليدى أو الوقود النووى أو الشمس .



شكل ١٥

المكونات الأساسية لإنتاج الطاقة الكهربائية بواسطة النظام الحرارى الأيونى .

ثانياً : العادم وهو قطب ذو درجة حرارة منخفضة (حوالى ٥٠٠ درجة مئوية) ويسمى **المجموع** فهو يجمع الالكترونات ويمتصها . وهو عادة من معدن الموليبدنم المطعم أو التنجستون المطعم أو النيوبيديم المطعم أيضاً .

ويتوقف عمل محولات الطاقة التي تعمل بهذا النظام على عمليات التنشيط الحرارى والتي أهمها إطلاق الالكترونات خارج سطح المادة . ان الالكترونات المتحفرة فى المواد المعدنية طليقة وفى حالة حركة عشوائية فى جميع الاتجاهات ، ويتوقف مقدار هذه الحركة على درجة حرارة المادة ، وتصبح ذرات المادة خالية من بعض الكترونات ، فهى أيونات موجبة التكهرب ، وبالرغم من أن هذا الغاز الالكترونى طليق وفى حالة حركة داخل المادة الا أنه لا يستطيع الانطلاق بعيداً خارج المادة - مثله فى ذلك كمثل جزيئات الماء وهو يفلئ فلا يستطيع الصعود خارج الماء نظراً لوجود الشد السطحي (عند سطح الماء) فلكى تصعد جزيئات الماء الى الخارج يجب زيادة طاقتها (بتسخينها) حتى يمكن التغلب على هذا الشد السطحي - كذلك اذا أردنا أن ينطلق الغاز

الالكترونونى خارج المادة يجب زيادة طاقته بمقدار يماثل الطاقة الكامنة عند ابخار الماء ، حتى يتغلب على ما سوف نسميه « الشد السطحي الكهربى » . وسببه القوى الكهربية بين الشحنات المتماثلة التكهرب وغير المتماثلة - فعندما يكون الالكترونون خارج سطح المادة بمسافة أكبر من نصف قطر الذرة فان الايونات على سطح المادة تشده اليها(نتيجة لقوى التجاذب الكهربية بين الشحنات غير المتماثلة) ونمنعه من الانطلاق بعيدا - كما تكون الالكترونات المنطلقة سحابة الكترونية فوق سطح المادة مباشرة تقلل من قوة اندفاع الكترونات اخرى تحاول الانطلاق خارج المادة ، وذلك نظرا لقوة التنافر الكهربية بين السحابة الكترونية وهذه الالكترونات الاخرى وهى فى طريقها الى الانطلاق ، اى ان هذه السحابة تحاول ان تدفع الالكترونات الى سطح المادة فكانها تتسد الالكترونات (عند انطلاقها) الى سطح المادة .

تنشأ الطاقة الكهربية فى النظام الحرارى الايونى من الفرق بين طاقة الشد السطحي الكهربى لمادة المطلق وطاقة الشد السطحي الكهربى لمادة المجمع . أما الطاقة الحرارية التى يستهلكها مصدر الحرارة العالية فهى تلك الطاقة اللازمة لاطلاق الالكترونات خارج المطلق - كما ان كفاءة التحويل تساوى الطاقة الكهربية الناتجة مقسوما على تلك الطاقة الحرارية .

بناء على ما تقدم يجب اختيار مادة المجمع بحيث يكون شدها السطحي أقل ما يمكن - أما مادة المطلق فيجب اختيارها بحيث يكون شدها السطحي كبيرا (بين أربعة الى ستة الكترون فولت) حتى تزداد الطاقة الكهربية ، ولكن فى نفس الوقت يجب ألا يكون شدها السطحي كبيرا جدا حتى لايزداد مقدار الحرارة اللازمة وتقل الكفاءة .

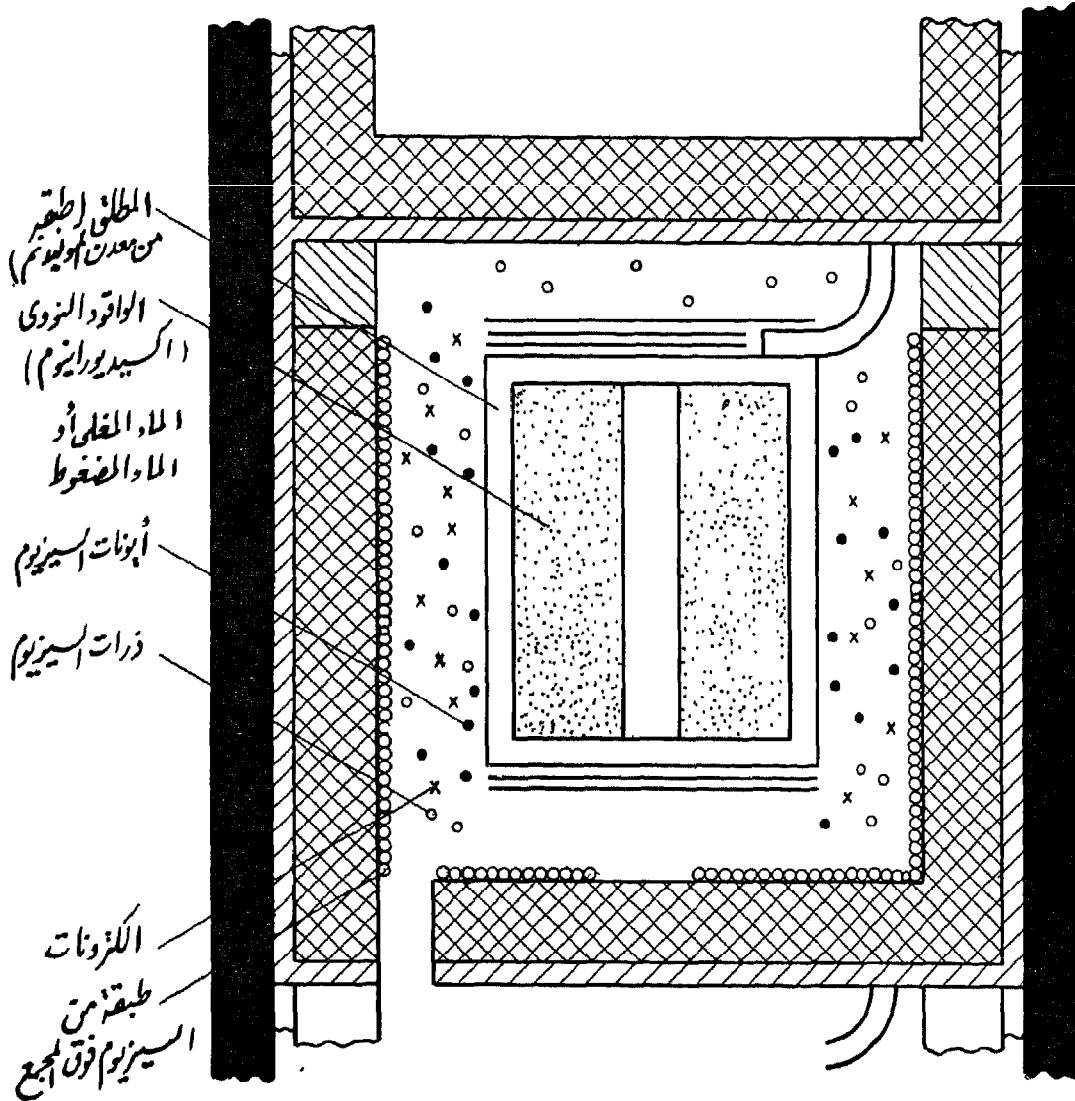
ان معدل انطلاق الالكترونات من سطح المادة يزداد مع ازدياد درجة الحرارة ، ولكن فى نفس الوقت تتبخر المادة ويزداد معدل تبخر ذراتها مع ازدياد درجة الحرارة فيقل عمرها سريعا .

وهنا اتجه المهندسون والعلماء الى تطعيم مادة سطح المطلق بذرات مادة اخرى ذات شد سطحي قليل المقدار ، وبهذا يقل الشد السطحي الفعال للمادة الاصلية ، وذلك عن طريق لصق طبقه سمكها ذرة واحدة من المادة القريبة فوق سطح المادة الاصلية . ان أكثر المواد صلاحية للتطعيم هو مادة « السيزيوم » نظرا لأن شدها السطحي الكهربى هو أقل شد سطحي لاي مادة اخرى ويساوى الكترون فولت واحد . ولكن عندما ترتفع درجة حرارة سطح المطلق يتبخر جزء من ذرات ومن أيونات السيزيوم المتصق على السطح وبذلك يوضع قليل من السيزيوم السائل عند ابرد جزء داخل الغلاف الذى يحتوى على المطلق والمجمع فيتبخر جزء من هذا السيزيوم ، وعندما يتبخر سطح المطلق فان بعض ذرات من بخار السيزيوم سوف تلتصق فوق سطح المهبط فتعوض ما فقد بالبخر ، وتبقى كمية ذرات السيزيوم المتصقة فوق سطح المهبط نابثة تقريبا .

يجب أن تكون مادة المطلق النقية (أى بدون تطعيم) ذات شد سطحي كهربى كبير المقدار كما ذكرنا سابقا ، كما يجب أن تكون بعد التطعيم قادرة على اطلاق الالكترونات بمعدل كاف ، وكذلك اطلاق ايونات السيزيوم بمعدل كاف أيضا(حتى تعادل مع جزء السحابة الكترونية القريبة من سطح المهبط) عند درجات الحرارة المعقولة .

وبالرغم من أن كفاءة المعدات الكهربائية التي تعمل بالنظام الحرارى الايونى لاتزيد عن حوالى ٢٠٪ الا أنه يمكن الجمع بينه وبين نظام التريينات البخارية والحصول على طاقة كهربية كبيرة بكفاءة أعلى من كفاءة التريينات البخارية التي تعمل بالوقود النووى .

ويعتمد هذا النظام على الاستفادة من طاقة المجمع (العادم) الحرارية فى انتاج البخار لتشغيل التريينات - وفى أحد هذه الانظمة يغلف الوقود النووى (وهو عبارة عن قطع اسطوانية صغيرة من أكسيد اليورانيوم) بمعدن «الموليدنم» (أو معدن التنجستون) المغطى بطبقة من السيزيوم فيمتص الحرارة من الوقود النووى ويعمل كمطلق للالكترونات (شكل ١٦) .



شكل ١٦

نظام المجمع بين محولات الطاقة الحرارية الايونية والتريينات البخارية .

أما مادة المطلق فتصنع من « النيوبيديم » نظرا لضعف امتصاصه للنيوترونات - ويعبرل المطلق كهرييا بمادة ذات توصيل جيد للحراره حتى يمكن توصيل الطاقة الحرارية من المجمع (عند درجة حرارة حوالى ٥٠٠° مئوية) الى الماء فيتحول الى بخار لتتمغيل التربينات البخاريه .

وفي أحد التصميمات المقترحة التى نوضح مزايا هذا النظام يمكن زيادة قدرة المحطة النوويه (التى يعمل فيها ترينيات بخارية فقط) من حوالى نصف مليون كيلو وات الى أكثر من أربعة أخماس المليون من الكيلووات ورفع كفاءة التحويل من حوالى ٣٠٪ الى ما يقرب من ٤٥٪ وذلك باستخدام المحولات الحرارية الايونية التى تنتج قدرة مقدارها ٣٠ وات لكل سنتيمتر مربع من مساحة مادة المطلق بكفاءة تصل الى ٢٣٪ ، وباعتبار أن درجة حرارة كل من الوقود النووى والمطلق هى حوالى ٢٠٠٠ درجة مئوية .



ط - المعدات الضوئية الكهربية :

من الحقائق العلمية المعروفة أن الكترونات ذرات المادة يمكنها ان تمتص الطاقة الضوئية الساقطة عليها بشرط ان يكون هناك توافق بين طول موجة الأشعة الضوئية الساقطة وبين الالكترونات داخل المادة ، وسوف نوضح ذلك بالتشبيه بالبندول البسيط .

ان البندول البسيط هو كتلة صغيرة الحجم معلقة فى خيط ، فاذا زحزحنا الكتلة عن الوضع الرأسى (وضع الاتزان) فانها تتأرجح حول هذا الوضع بتردد يتناسب مع الجذر التربيعى للجاذبية الأرضية مقسوما على طول الخيط ويسمى هذا بالتردد التلقائى للبندول فاذا نحن طرقتنا هذه الكتلة بطرقات منتظمة متتالية ينتج عندنا ثلاث حالات :

(الحالة الاولى) عدد الطرقات فى الثانية يساوى التردد التلقائى للبندول : فى هذه الحالة يزداد مقدار زحزحة (تأرجح) الكتلة عن الوضع الرأسى زيادة كبيرة ، ومعنى ذلك أن الطاقة التى تبدل أثناء الطرق يمتصها البندول مسبية زيادة كبيرة فى مقدار زحزحة الكتلة .

(الحالة الثانية) عدد الطرقات فى الثانية أكبر بكثير من التردد التلقائى للبندول : فى هذه الحالة تقف الكتلة ولا تتحرك ، فالطرقات السريعة المتتالية لا تدع أمامها فرصة (وقت كاف) لكى تستمر فى تأرجحها واهتزازها - وبناء على ذلك فان البندول لا يمتص من طاقة الطرق شيئا تقريبا .

(الحالة الثالثة) عدد الطرقات فى الثانية أقل كثيرا من التردد التلقائى للبندول : فى هذه الحالة تكون الفترة الزمنية بين طرقتين متتاليتين طويلة بحيث يستمر البندول فى عمله وكان لا وجود (تقريبا) لأى طرق خارجى .

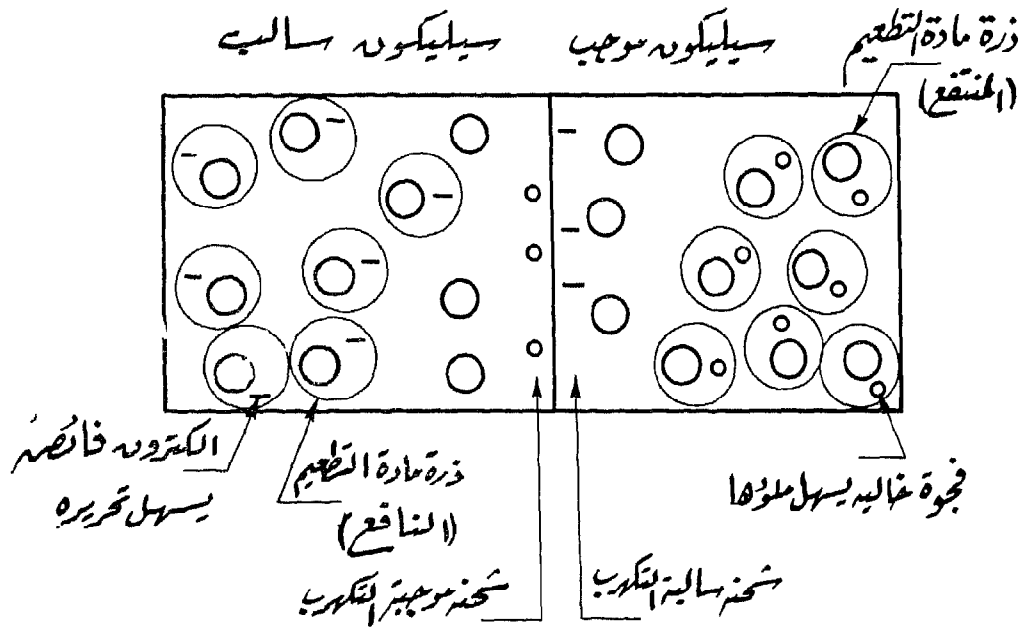
سوف نعتبر الالكترون داخل الذرة كأنه بندول بسيط له تردد تلقائى معين يتوقف على مقدار طاقته داخل الذرة . ان للأشعة الضوئية أطوال موجات معينة (أى تردد معين) وذلك تبعا لنوع الأشعة (طول الموجة مضروبا فى التردد يساوى سرعة الضوء وهى كمية ثابتة تساوى 3×10^8 مترا فى الثانية) ، فأطوال موجات الأشعة الضوئية المرئية تتراوح بين ٧٠٠ ميكرون (وهو طول موجة الأشعة الحمراء) وبين ٤٠٠ ميكرون (وهو طول موجة الأشعة البنفسجية) - فاذا سقطت أشعة ضوئية ذات تردد معين على مادة ما وكان التردد التلقائى لالكترونات هذه

المادة يساوى تردد تلك الاشعة (أو قريبا منها) ازداد اهتزاز الالكترونات ، ومعنى ذلك ان الالكترونات امتصت طاقة هذه الاشعة ، اما اذا كان تردد تلك الاشعة بعيدا عن التردد التلقائى لالكترونات المادة فلا تستطيع الالكترونات ان تمتص طاقة الاشعة كما ذكرنا في حالة البندول البسيط ، وهذا هو معنى التوافق بين الاشعة الساقطة وبين الالكترونات داخل المادة - (الميرون هو وحدة قياس صغيرة ويساوى جزءا من الالف من المليمتر) .

فاذا كانت الطاقة الممتصة تكفى لتحرير الالكترونات من ذراتها انطلقت هذه الاخيرة داخل المادة (مكونة غاز التشفيل) وتتحول الطاقة (الممتصة) الى طاقة كهربية - ان مقدار طاقة الاشعة الضوئية يتناسب تناسباً عكسياً مع طول موجة هذه الاشعة .

اما كيف تتحول طاقة الالكترونات المتحررة (وهى داخل المادة) الى طاقة كهربية فسوف اوضح ذلك بطريقة مبسطة كما يلى :

✳ عندما يلتصق نوعان من مادة شبيهة موصلة (ولتكن سيليكون) أحدهما سالب والآخر موجب (شكل ١٧) تنتشر بعض الالكترونات المتحررة الفائضة في السيليكون السالب ناحية السيليكون الموجب تماما كما تنتشر الرائحة العظرية بين ذرات الهواء - كذلك تنتشر بعض الفجوات ناحية السيليكون السالب - فينتج من ذلك الانتشار شحنتان كهربيتان على جانبي موضع الالتصاف أحدهما سالبه وتقع ناحية السيليكون الموجب ، والاخرى موجبة وتقع ناحية السيليكون السالب ، وتكون النتيجة بطارية كهربية (أو مولد كهربى) . هذا هو الاساس العريض لتحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كهربية .



شكل ١٧

كيف تتكون الشحنتان الكهربائية على جانبي موضع التصاق نوعين من السيليكون .

تمتاز معدات الانتاج الضوئية الكهربائية عن معدات الانتاج الحرارية الكهربائية بأن المادة الفعالة لا ترتفع درجة حرارتها الا قليلا ، ذلك لأن طاقة الاشعة الضوئية يتم امتصاصها (بواسطة الالكترونات فيزداد اهتزازها اي ترتفع درجة حرارتها ، اي الالكترونات، نتيجة لهذا الامتصاص) في فترة زمنية ، تراوح بين جزء من مليون الى جزء من ألف من الثانية ، وهى فترة قصيرة جدا بالنسبة للزمن اللازم لسريان الحرارة ، فلا تستطيع الحرارة ان تنتقل الى الهيكل البلورى ، فتبقى المادة باردة .

معدات الانتاج الضوئية الكهربائية هي اذن كما قلنا آلات حرارية ولكن غاز التشغيل فيها هو الالكترونات ، حيث تنتقل الطاقة الى هذا الغاز الالكتروني عن طريق امتصاص الالكترونات للطاقة الضوئية الساقطة فتسخن الالكترونات نتيجة لهذا الامتصاص بدون أن تسخن المادة نفسها . ثم تحوّل طاقة الالكترونات الى طاقة كهربية - اما اذا كان بعض الاشعة الساقطة تتوافق مع المادة (أى طول موجتها يناسب المادة) والبعض الآخر غير متوافق ، فان ذلك يتسبب في ارتفاع درجة الحرارة - ان الالكترونات المادة سوف لا تمتص هذا البعض الآخر ، وبالتالي سوف لا يتحول الى طاقة كهربية ، وانما يتحول الى طاقة حرارية تتسبب في تسخين المادة وارتفاع درجة حرارتها ، فيجب اذن تغطية المادة بغطاء « يمتص جزء الاشعة المفيد ويعكس جزء الاشعة غير المفيد » .

المواد الاكثر كفاءة لتحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كهربية هي :

المواد « شبه الموصلة المطعمة » ذلك لأن مقدار الطاقة اللازمة لتحرير الالكترونات من الذرات صغير نسبيا .

وفيما يلي شرح مبسط لأحد البطاريات الضوئية الكهربائية وهى بطاريات السيليكون الشمسية :

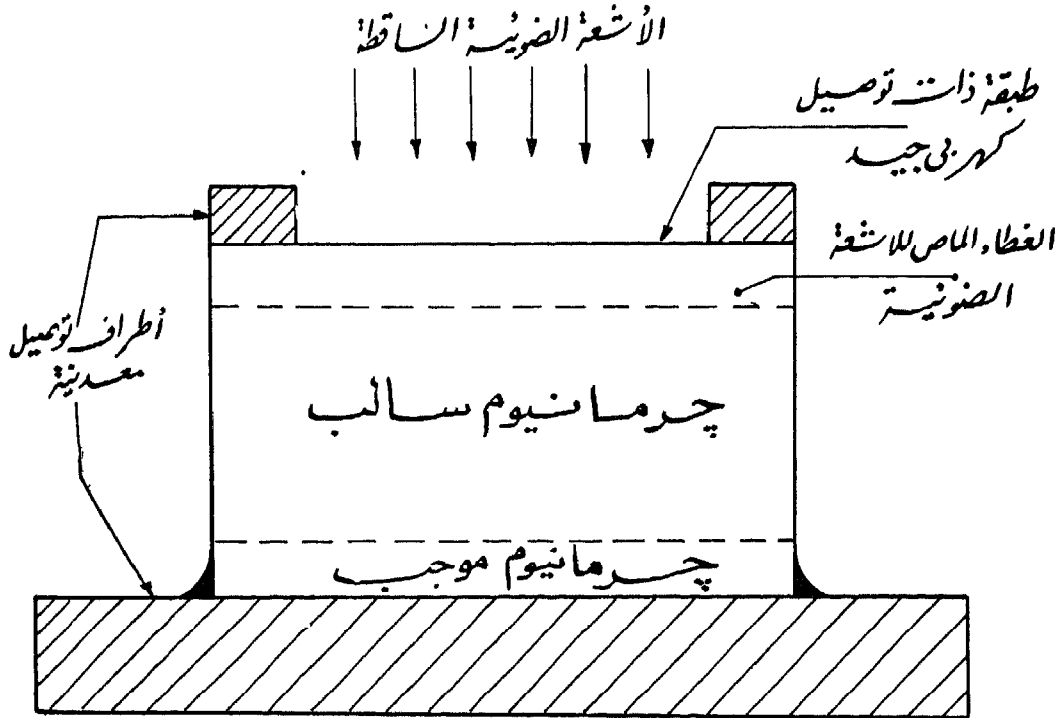
يجدر بنا هنا ان نبين التحليل الطيفي للطاقة الشمسية ، حتى نتبين المواد التى يمكن استخدامها فى البطاريات الشمسية . ان أكبر طاقة اشعاعية للشمس هى تلك التى طول موجتها ٥٠٠ ميكرون وهو طول موجة الاشعة بين الخضراء والصفراء ، وسط الطيف المرئى - اما الاشعاعات الشمسية التى طول موجتها أكبر من ٧٠٠ ميكرون فلا تشتمل الا على نصف الطاقة الشمسية فقط، بينما يقع ربعها فقط فى الاشعاعات التى طول موجتها أكبر من ميكرون واحد - اما طاقة الاشعة الصادرة من الشمس والتى طول موجتها أطول من ٣ ميكرون فلا تشتمل الا على اثنين فى المائة من الطاقة الكلية لأشعة الشمس . الميكرون هو وحدة قياس صغيرة تساوى جزءا من ألف من المليمتر .

تمتص مادة السيليكون (وهى مادة شبه موصلة) الاشعة التى موجتها أقل من ميكرون واحد ، أى تمتص معظم الاشعة الشمسية - هناك بطاريات السيليكون الشمسية ذات الخلايا المستطيلة (تبلغ مساحة الواحدة منها ١ x ٢ سم) او ذات الخلايا المستديرة (يبلغ قطر الواحدة منها حوالى ٣ سم) وهى ذات كفاءة تصل الى ١٥٪ وتستخدم بالاقمار الصناعية لتمدها بالتيار الكهربى اللازم لبعض اجهزتها الالكترونية ، كما تستخدم فى الاماكن النائية البعيدة عن العمران - كما أن هناك بطاريات « ارسنيد الجاليوم » الشمسية ، والمادة شبه الموصلة فيها مركب من عنصرى الجاليوم والارسينيك وكفاءتها تصل الى ١٣٪ - تقدر الطاقة الشمسية الساقطة عموديا بحوالى ١٤٠٠ وات لكل متر مربع وذلك عند الارتفاعات الخاصة بالاقمار الصناعية .

ببذل المهندسون قصارى جهدهم لتحسين كفاءة هذه المعدات ، وينحصر هذا الجهد في ناحيتين هامتين - أولاهما طريقة تصميم المعدات بحيث تمتص المادة الفعالة جميع الأشعة الساقطة عليها ولا يرتد منها الا قليل ، وحتى هذا القليل المرند يستفاد به مرة ثانية عندما يسقط على جزء آخر من المادة الفعالة . اما الناحية الاخرى فهي اختيار المادة نسبة الموصلة الفعالة واختيار درجة تطعيمها ، وكذلك تغطية سطح هذه المادة بغطاء لا يعكس الأشعة الساقطة عليه . وكذلك الاقلام من المقاومة الكهربائية لاطراف التوصيل بجعل طبقة أخرى موصلة جيدة للكهرباء تتخلل الغطاء الماص للأشعة (شكل ١٨) .

يمكننا الحصول على معدات انتاج كهربية ضوئية أعلى كفاءة وأقل تكلفة من البطاريات الشمسية ، وذلك عن طريق التحكم في نزع الأشعة الضوئية من حيث أطوال موجاتها ومن حيث شدتها - هذه هي المعدات الحرارية الضوئية الكهربائية حيث تتحول الطاقة الحرارية الى طاقة ضوئية اولاً بواسطة المصابيح الضوئية التي يمكن التحكم في شدتها وفي أطوال موجاتها ثم تتحول الاخيرة الى طاقة كهربية .

• • •



شكل ١٨

خلية ضوئية كهربية .

ى - تخزين الطاقة :

هناك طرق مختلفة لتخزين الطاقة وفيما يلي أهم هذه الطرق مع مقارنتها ببعضها البعض - وسوف تكون نسبة طاقة الوقود المخزون الى كتلته هي العامل الرئيسي عند المقارنة - والسبب في ذلك يظهر جليا اذا كانت الطاقة المخزونة سوف تستهلك (كما هي أو بعد تحويلها) في المعدات المتحركة مثل السيارات والطائرات ومركبات الفضاء والصواريخ والفواصات وغيرها ، أو سوف ننقل من مكان الى مكان آخر في الناقلات البحرية او غيرها من الناقلات . وسوف نوضح ذلك بالتاليين الآتيين وذلك قبل البدء في شرح الطرق المختلفة لتخزين الطاقة ومقارنتها :

ان كمية وقود الجازولين التي يجب خزنها داخل سيارة نقل لتقطع مسافة قدرها ٥٠٠ كيلو متر هي حوالى عشرين جالونا كتلتها حوالى ٢٥ اربطلا وتشغل حيزا مقداره ٢٧ قدما مكعبا وتحتوى على طاقة مقدارها ٩٣٢ حصان / ساعة . ان أقل من ٢٠٪ من هذه الطاقة يستفاد به في سبير السيارة (في مقاومة احتكاك العجلات وفي مقاومة الهواء) ، أما الجزء الأكبر وهو ٧٥٪ فيضيع سدى كحرارة في العادم وفي المبرد (الرادياتير) وفي زيت التزيت وفي الآلة نفسها ، أى ان كفاءة الاستفادة أقل من ٢٠٪ ومن ههنا تبين أهمية رفع هذه الكفاءة بالنسبة لتخزين الطاقة .

أما المثل الثانى فهو لمركبة فضاء (صاروخية) - فاذا أهملنا بحق قوة الجاذبية ، واذا كانت طاقة رفع المركبة ناتجة من التفاعل الكيماى نجد أن نسبة الطاقة الناتجة من هذا التفاعل الى كتلة المواد المتفاعلة تساوى نسبة طاقة حركة المركبة الى كتلتها - ومن هذا المثل يتبين لنا أهمية نسبة طاقة الوقود الى كتلته .

وفيما يلي توضيح للطرق المختلفة لتخزين الطاقة ونسبة الطاقة الى الكتلة في كل منها :

١ - الطاقة المخزونة في الرباط النووى (بالوقود النووى) : ونسبة هذه الطاقة الى كتلتها ١٢ مليون كيلو وات ساعة لكل كيلو جرام .

٢ - الطاقة المخزونة في الرباط بين الذرات : تنشأ هذه الطاقة من تجاذب الكترولونات الذرة وهي تسير في مدارها مع نواة الذرة المجاورة والتي تطلق من عقالها اثناء تعديل الكترولونات المدارية عند التفاعلات الكيمايية بين الذرات .

تساوى هذه الطاقة ضعف شحنة الكترولون أى تساوى ٢ × ١.٦ × ١٠^{-١٩} - ١.٩ جول = ٠.٩ × ١٠^{-١٩} كيلو وات ساعة - فاذا اعتبرنا ان متوسط الوزن الذرى هو عشرة فان نسبة الطاقة الى الكتلة = $\frac{٠.٩ \times ١٠^{-١٩} \times ١٠ \times ٢}{٢٧ - ١٠ \times ١.٦ \times ١٠^{-١٩}}$ = ٢٧٨ كيلو وات ساعة لكل كيلو جرام .

الجول (وات - ثانية) هو احدى وحدات الطاقة ويساوى عشرة ملايين ارج (دابن - سم) - وكتلة ذرة الايدروجين تساوى ١.٦ × ١٠^{-١٩} كيلو جرام .

وللمقارنة نذكر أن نسبة الطاقة الى الكتلة في حالة وقود الجازولين هي ١٢ كيلو وات ساعة .

٣ - **الطاقة المخزونة في النترات المؤينة** : وهي أكبر من الطاقة الحرارية عند التفاعلات الكيميائية بنسبة الضغط الكهربى اللازم للتأين (وهو ٢٠ فولت مثلا) الى الضغط الكهربى اللازم لفك الرباط بين الذرات (وهو ٢ فولت مثلا) .

٤ - **الطاقة الكيميائية المخزونة في البطاريات الكهربية الثانوية :**

بالرغم من ان نسبة الطاقة الى الكتلة في هذه الحالة هي جزء من مائة فقط عند المقارنة بوقود الجازولين ، الا أن للبطاريات الكهربية خصائص ممتازة أهمها سهولة تشغيلها وامكان شحنها مرات عديدة تجعلها مرغوبة في تطبيقات كثيرة .

٥ - **الطاقة الكيميائية المخزونة في بطاريات الوقود :**

نسبة الطاقة الى الكتلة هنا أعلى بكثير (عشرة الى مائة مرة) من النسبة في حالة البطاريات التقليدية .

٦ - **الطاقة المخزونة في المجال الكهربى :**

تخزن هذه الطاقة في المادة العازلة داخل مكثف كهربى . ومن المواد العازلة التى تبشر بنتائج طيبة هي شرائح من الزجاج فهو يتحمل اجهدا كهربيا « ك » مقداره عشرة ملايين فولت لكل مليمتر ، فاذا علمنا ان نسبة الطاقة الكهربى الى الكتلة المكثف مسطح = $\frac{E}{\frac{3}{2} \text{ك}} \text{ك}$ حيث E هي كثافة المادة العازلة ، E هي معامل السعة النوعى للمادة العازلة - نجد ان نسبة الطاقة الكهربية المخزونة في المادة الى كتلتها تساوى ٤ر. كيلو وات لكل كيلو جرام .

٧ - **الطاقة الحركية المخزونة في المصدات التوائية (الحدافة مثلا) :**

تبلغ نسبة الطاقة الى الكتلة في هذه الحالة ٥٥ر. كيلو وات لكل جكم اى حوالى جزء من مائتين عند المقارنة بالجازولين - لقد أمكن استعمال حدافة تزن ثلاثة آلاف رطل وتدور بسرعة ثلاثة آلاف دورة في الدقيقة لتشغيل سيارة ركاب تزن ١٥ طنا وهى محملة بخمسة وثلاثين راكبا جلوسا ، وخمسة وثلاثين آخرين وقوا - وعند المحطات تكون الحدافة قد استهلكت جزءا من طاقتها في ادارة السيارة وانخفضت سرعتها . تعاد سرعتها الاولى عن طريق المحرك الكهربى المتصل بها والذى يمكن توصيله بمصدر الكهرباء بالمحطة .

٨ - **طاقة الغاز المضغوط** : تبلغ نسبة الطاقة الى الكتلة في هذه الحالة جزءا من مائة فقط من النسبة في حالة الجازولين .

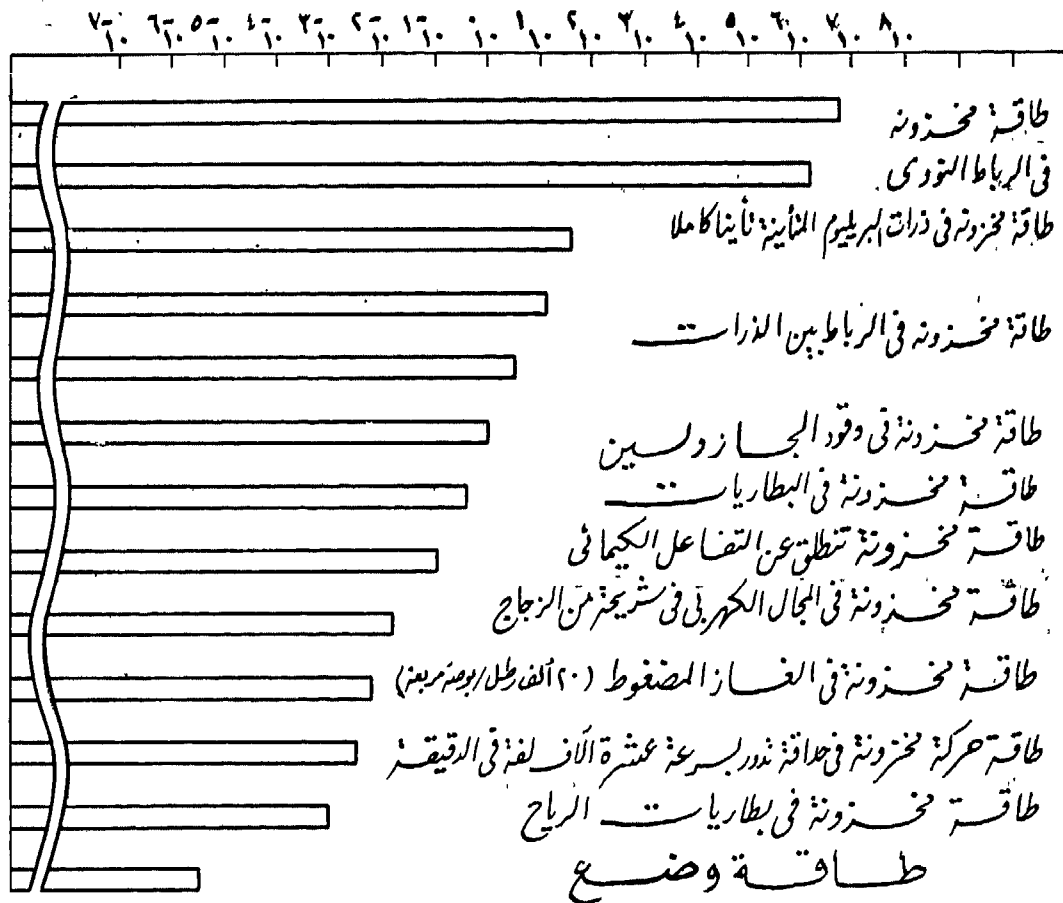
٩ - **طاقة الوضع او (طاقة الجاذبية الارضية) :**

بالرغم من ان نسبة الطاقة الى الكتلة هنا هي جزء من مليون من النسبة في حالة وقود الجازولين الا أن هذا النظام يعتبر من الناحية العملية وفي حالات معينة من أفيد النظم وأكثرها تطبيقا ، ومن امثلة نظام المحطات الكهربية ذات الخزانات المزودة بالمضخات - حيث يستخدم

فائض الطاقة الكهربائية أثناء الليل (وخاصة في المناطق الصناعية) في ادارة المضخات لرفع الماء الى خزانات عالية - وفي خلال النهار يستفاد من طاقة الوضع هذه بترك المياه تتدفق من الخزانات فتعمل المضخات كتوربينات تدار بدفع الماء ، وتدير الاخيرة بدورها معدات كهربية لانتاج الكهرباء كما ذكرنا سابقا .

وبين شكل (١٩) نسبة الطاقة الى الكتلة في الطرق المختلفة لتخزين الطاقة منخدين النسبة الخاصة بوقود الجازولين كوحدة .

• • •



شكل ١٩

الطرق المختلفة لتخزين الطاقة مبينا نسبة الطاقة الى الكتلة في كل منها منخدين هذه النسبة لوقود الجازولين كوحدة .

ك - نقل الطاقة وتوزيعها :

غالباً ما تكون مصادر الطاقة ، سواء كانت فحماً أم زمتاً أم غازاً طبيعياً أم مساقط مياه أم طاقة رياح أم غير ذلك ، في مواقع بعيدة عن أماكن استغلالها حيث تقام المحطات الكهربائية عند هذه المصادر حتى تقل التكاليف - كما تقام محطات توليد الطاقة الكهربائية سواء التي تعمل بالوقود التقليدي (الفحم أو الزيت أو الغاز الطبيعي) أو بالوقود النووي في أماكن بعيدة أيضاً (في حالات كثيرة) عن أماكن استغلالها ، حيث يجب أن تكون بعيدة عن المدن حتى لا تتسبب في تلوث هواء وماء سكانها ، كما يجب أن تكون في أماكن قريبة من مصادر المياه حتى يسهل تبريد معداتها . لكل ذلك كان لا بد من نقل الطاقة الكهربائية إلى أماكن استغلالها .

هناك أنظمة متعددة لذلك النقل أهمها نظام النقل الكهربى لنظافته وسهولة صيانتة وتوزيعه ، ونظام التحويل إلى « ايدروجين سائل » ونقل الأخير اما عن طريق الناقلات البحرية خارج البلاد أو في خطوط الانابيب داخل البلاد .

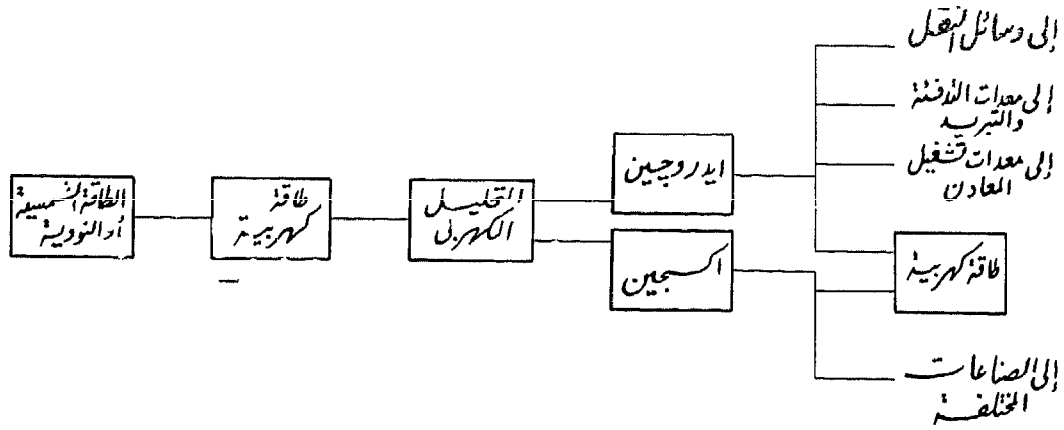
تناسب الطاقة الكهربائية المنقولة مع حاصل ضرب التيار الكهربى في الضغط الكهربى المستخدم - كما تناسب الطاقة الكهربائية المفقودة أثناء النقل مع مربع التيار الكهربى - فيجب إذن نقل الطاقة الكهربائية بتيار كهربى صغير المبدأ ونسبياً وبضغط كهربى عال جداً حتى تقل الطاقة الكهربائية المفقودة وترتفع كفاءة النقل - تعمل حالياً الطاقة الكهربائية على خطوط الضغط الكهربى الفائق المتغير والذي يصل إلى ثلاثة أرباع المليون فولت ، والمقدر له أن يصل إلى مليون فولت في أواخر السبعينات حتى يمكن نقل أكبر قدرة كهربية ممكنة ، وكذلك على خطوط الضغط الفائق المستمر والذي يبلغ حوالي مليون فولت وسوف يصل إلى مليونين من الفولتات (+ مليون فولت) في أواخر السبعينات وحتى يمكن أيضاً زيادة القدرة المنقولة .

كما أن الاتجاهات الحديثة هي رفع الضغط الكهربى لشبكات التوزيع وكذلك استخدام الكوابل الأرضية - وجميع المؤشرات تؤكد وجوب تعميم هذه الكوابل للتوزيع - هناك كوابل أرضية في بعض المدن الكبيرة تعمل على ضغط كهربى حوالي ثلث مليون فولت (تيار متغير) - كما أن هناك بحوثاً مستمرة لرفع ذلك الضغط حتى نصف مليون فولت في الكوابل التي من نوع الانابيب - كما حدث تقدم كبير في الكوابل التي تحمل التيار المستمر ، فقد وصل الضغط الكهربى في بعضها إلى نصف مليون فولت وسوف يصل إلى مليوني فولت في أواخر السبعينات - هناك بحوث مستمرة في تحسين وتطوير المواد العازلة وفي طرق التبريد وفي دراسة طرق جديدة للنقل الكهربى في انابيب - كما أن هناك بحوثاً في الكوابل ذات الغاز المضغوط كعازل ، والكوابل المملأ بالصوديوم كموصل والكوابل فائقة التوصيل الكهربى وغير ذلك .

أما في المسافات الطويلة فالطاقة الكهربائية ليست الأفضل لارتفاع تكاليف نقلها ولعدم إمكان تخزينها بكفاءة توازى خزن الوقود نفسه ، ونوع الطاقة الأفضل في هذه الحالة هو « ايدروجين » فهو أيسر أنواع الوقود نقلاً وخزناً وأكثرها اقتصاداً - والفكرة الأساسية في اقتصاديات ايدروجين هي « إقامة المحطات النووية » أو « المحطات الشمسية » أو « المحطات التقليدية »

عند المناطق الساحلية وإنتاج الطاقة الكهربيه منها ، تم استخدام التيار الكهربى المستمر فى « التحليل الكهربى » لتعذيب مياه البحر المالحة تم إنتاج الأيدروجين ونقله بالسفن خارج البلاد للتصدير أو نقله داخل الأقاليم للاستفادة بدكوقود - يبين شكل (٢٠) نظام الحصول على الأيدروجين موضحا تطبيقه المختلفة ، كما يبين الشكل أيضا الأكسجين الناتج من التحليل الكهربى .

• • •



شكل ٢٠

نظام الحصول على الأيدروجين من الطاقة النووية أو الطاقة الشمسية .

ل - الطاقة الشمسية بالبحار والمحيطات :

يحتاج جمع الطاقة الشمسية الساقطة على سطح الأرض الى مساحات كبيرة من المعدات والمواد مما يجعل هذه الطاقة باهظة التكاليف - لذلك اتجه المهندسون والعلماء نحو الحصول على الطاقة الشمسية التي تمتصها مياه البحار والمحيطات وخاصة الاستوائية منها بواسطة ما يسمى (محطات البحار الشمسية) ، ذلك لأن المحيط (أو البحر) هو معدات التجميع نفسها ، ثم تحويل هذه الطاقة الحرارية الى طاقة كهربية سواء بالنظم الحديثة أو بالنظم التقليدية ، ويلى ذلك تحويل الأخيرة الى طاقة كيميائية بواسطة التحليل الكهربى حيث يتم نقلها وتوزيعها .

لقد تمكن المهندسون والعلماء من التغلب على كثير من العقبات حتى أمكن الحصول على الطاقة الكهربائية من هذا المصدر الحرارى بتكاليف معتدلة ، وأهم هذه العقبات ما يأتى :

العقبة الأولى هى ضآلة الآلة الحرارية (فهى ٣٪ فقط) حيث أن أقصى فرق بين درجة حرارة الماء الدافئ قرب السطح والماء البارد فى العمق (بين ٥٠٠ الى ١٠٠٠ متر) هو ٥٢٠ مئوية ،

فاذا علمنا أنه ٥٥.٠٠ مئوية (في المتوسط) في محطات الوقود العليدية لتبين لنا السبب في أن الكفاءة هنا أقل بكثير من كفاءة الآلة الحرارية عند استخدام الوقود التقليدي (الفحم أو الزيت أو الغاز الطبيعي) . هذا بالإضافة الى أن نصف هذا المقدار وهو عتر درجات مئوية فقط هو الذي يمكن استغلاله في الآلة الحرارية نفسها ، ويستخدم النصف الباقي في ضخ الحرارة من سطح الماء الدافئ الى الآلة الحرارية ومن الاخرة الى الماء البارد في العمق مما يؤدي الى انخفاض اكثر في الكفاءة - فالكفاءة هنا تصل الى ٣٪ فقط بينما تبلغ ٤٠٪ عند استخدام الوقود التقليدي - ليسب الكفاءة بالعامل الاساسي عند المقارنة بين هذا النظام ونظام الوقود التقليدي ، ذلك لأن الوقود هنا (وهو الطاقة الشمسية) لا يمن له ، وانما العامل الاساسي هو في الحقيقة التكاليف الكلية عند الحصول على نفس الطاقة الكهربائية من النظامين . فبالرغم من أن مساحة انايب المرجل التي تحمل الماء الدافئ (فنقل حرارتها الى مائع التشغيل) اضعافا مضاعفة (عشر مرات) مساحتها عند استخدام الوقود التقليدي (ذلك لضخامة حجم المياه التي تندفق في الانابيب لامكان الحصول على طاقة كبيرة) الا انها نصنع من جدران رقيقة فتقل التكاليف - والسبب في ذلك أن ضغط غاز التشغيل (وهو بخار الامونيا ذي النقل الحراري الجيد) في النظام الذي نحن بصده أقل من جزء من عشرين من الضغط في النظام التقليدي (فضغط بخار مائع التشغيل يزداد بمعدل كبير مع الارتفاع في درجة الحرارة) وبذلك يمكن استخدام انايب رقيقه الجدران فيقل تكاليفها ، كما تساعد على نعل الحرارة من الماء الدافئ الى الامونيا بكفاءة أعلى - كما أن تكاليف المرجل هي الاخرى أقل منها في حالة الوقود التقليدي ، ذلك لأن المرجل يوضع عادة عند أعماق معينة تحت الماء حتى يتعامل الضغط الداخلي على جدران المرجل (والناج من ضغط غاز الامونيا) مع الضغط الخارجي (الناتج من ضغط مياه المحيط او البحر) ويمكن عندئذ تصنيع جدران المرجل من رقائق رقيقة فتقل تكاليفه .

أما العقبة الثانية فهي تآكل المعدات المعدنية نتيجة لتواجدها في ماء البحر (ذي درجة التوصيل الكهربائي العالية) وذلك عن طريق التحليل الكهربى - ان احد مفايس التآكل هو (الجهد الكهروكيميائي) فاذا كان المعدن ذا جهد كهروكيميائي موجب فانه يتحلل كيميائيا مطلقا غاز الايدروجين - لقد أمكن التغلب على هذه العقبة باستخدام معدن الالومنيوم ، فبالرغم من أنه موجب الجهد الكهروكيميائي الا انه سرعان ما يتأكسد ، وتكسوه طبقة من اكسيد الالومنيوم تقيه مياه البحر .

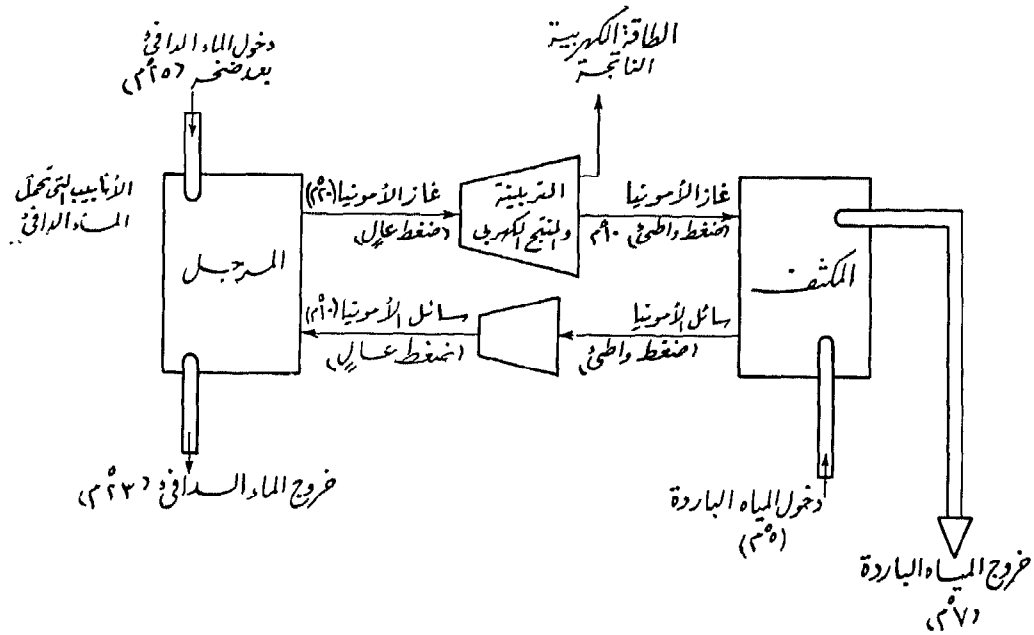
والصعوبة الثالثة هي نمو طبقة من المكروبات على جدران انايب المرجل فيقل انتقال الحرارة من الماء الدافئ المتدفق داخلها الى غاز التشغيل خارجها - وقد أمكن التغلب على هذه العقبة ايضا باضافة قليل من الكلورين الى ماء البحر (بنسبة جزء الى اربعة ملايين) يكفي لمنع نمو هذه المكروبات وفي نفس الوقت لا يؤثر على الكائنات الحية داخل البخار والمحيطات .

بعد التغلب على العقبات السالفة الذكر يمكن الحصول على وحدات تعمل من الطاقة الحرارية الناتجة من سقوط أشعة الشمس على البحار والمحيطات برأس مال مستثمر (لكل كيلو وات) أقل كثيرا من النظم التي تعمل بالوقود التقليدي (الفحم أو الزيت أو الغاز الطبيعي) او بالوقود النووي - فهو نصف رأس المال المطلوب في حالة الوقود التقليدي وثلثه في حالة الوقود النووي - هذا بالإضافة الى أن الوقود هنا وهو الطاقة الشمسية لا ثمن له .

سوف نوجز فيما يلي وصفا لمحطة بحر شمسية وترحا لعملها :

يمثل شكل (٢١) هذه المحطة . ينضخ الماء الدافئ في أنابيب تمر داخل المرجل الذي يحتوى على مائع التشفيل وهو « الأمونيا » فتتغل الحرارة من الانابيب اليه فتتبخر ويتدفق بخار الأمونيا الى التربيننة (وهو عند ٥٢٠ مئوية) فيدير ريشها ، والاخيرة تدير المنتج الكهربى ، فيتحول جزء من طاقة بخار الامونيا الى طاقة كهربية - تم يخرج بخار الامونيا من التربيننة بضغط منخفض ودرجة حرارة منخفضة هي ١٠٠ مئوية ليكنف في المكثف ، ثم ينضفط ويضخ فيتدفق سائل الامونيا (عند ١٠٠ مئوية) الى المرجل ، وهكذا نعاد الدورة .

ويمكن رفع الكفاءة الحرارية قليلا باستغلال الطاقة الحرارية بالمكثف ، حيث ينضخ اليه الماء البارد من البحر عند ٥٥ مئوية ويخرج منه عند درجة اعلى قليلا هي ٥٧ مئوية - كما هو مبين في الشكل .



شكل ٢١

نظام انتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية بالمحيطات او البحار (محطة بحر شمسية) .

م - الالكترونيات ومجال الطاقة الكهربائية

تلعب الالكترونيات ومعداتها دورا بالغ الأهمية في مجال الطاقة الكهربائية - فمعدات النظم الحديثة للتحويل المباشر للطاقة الى طاقة كهربية والتي سبق أن ذكرناها هي معدات الكترونية - كما ان الآلات الحاسبة الالكترونية ، والتي تقوم حاليا بعدد من المهام في مجال الطاقة الكهربائية هي الأخرى معدات الكترونيه .

هناك معدات الكترونية اخرى من مواد شبه موصلة (وخاصة السيليكون والجرمانيوم) تعمل حاليا في مجالات التوليد والتوزيع واستهلاك القوى الكهربائية ، كما تعمل بالأخص في مجال تحويل الطاقة الكهربائية من نوع الى آخر والتحكم فيها بما في ذلك معدات القطع ، وأهم هذه المعدات (الموحد الثنائي) و « الثريستور » بأنواعه المختلفة و « الترانزستور ذو القدرة » . وتمتاز هذه المعدات الالكترونية عن المعدات التقليدية في انها أصغر حجما وأخف وزنا وأقل حساسية للصدمات وأكثر تحملا وأقل استهلاكاً وصيانة ، كما انها لا تحدث أى حرارة أو ضوضاء ، وانها أسرع استجابة فلا تحتاج الى وقت للتسخين ، هذا بالإضافة الى انها أعلى كفاءة وأرخص ثمنًا .

تبيين الأمثلة الآتية الحاجة الماسة الى تحويل الطاقة الكهربائية من نوع الى نوع آخر :

١ - الحاجة الى تغذية الماكينات التي تعمل بالتيار المستمر وكذلك الحاجة الى شحن البطاريات وكان المصدر الموجود هو تيار متغير .

٢ - الحاجة الى ادارة المحركات التي تعمل بالتيار المتغير وكان المصدر الموجود هو تيار مستمر .

٣ - أهمية نقل الطاقة الكهربائية ذات الضغط العالي وهي في حالة تيار مستمر ، نظرا الى المميزات المتعددة لذلك النقل ، والتي أهمها خفض نفقات خطوط النقل سواء كانت خطوطا هوائية ام كوابل أرضية او مائية ، وكذلك سهولة ربط الخطوط والشبكات المختلفة وغير ذلك .

وفيما يلي أهم خصائص المعدات الالكترونية في مجال الطاقة الكهربائية :

١ - الموحد الثنائي : وهو يعمل على تيار كهربى متوسط يتراوح مقداره بين مئات والاف الامبيرات ، وتيار ذروة يتراوح مقداره بين الاف وعشرات الاف الامبيرات - في حين أن مقدار ذروه الضغط الكهربى الذى يعمل عنده قد يصل الى عدة آلاف من القولتات ، كما يصل التردد الذى يعمل عنده الى عشرة آلاف ذبذبة . يقوم الموحد الثنائى فى العادة بتوحيد التيار ، اى بتحويل التيار المتغير الى تيار مستمر .

٢ - الثريستور ذو الاتجاه الواحد : وهو يعمل على تيار كهربى متوسط يبلغ مئات الامبيرات وتيار ذروة يبلغ آلاف الامبيرات - كما يعمل على ضغط كهربى ذروته تبلغ عدة آلاف من القولتات كما يبلغ الضغط الكهربى الفاقد فيه فولتا واحداً أو أكثر قليلا - ويقوم الثريستور بتوحيد التيار والتحكم فى ندفقه وقطعه ، وهناك الثريستور العاكس الذى يحول التيار المستمر الى تيار متغير التردد .

٣ - الثريستور الثلاثى ذو الاتجاهين : وهو يعمل على تيار يصل مقدار جذر متوسط سربه مئات الامبيرات - كما يبلغ مقدار جذر متوسط مربع الضغط الكهربى مئات الفولتات . تمرر هذه المعدات التيار الكهربى فى اتجاهين ، فهى تؤدى عمل اثنين من الثريستور ذى الاتجاه الواحد - انها فى الواقع تطوير لها .

٤ - الترانزستور ذو الفدره وهو يقوم بعمل الثريستور وخاصة عند الضغط الكهربى المنخفض - هناك ترانزستور يبلغ الفاقد فيه مئات من الواطات ويعمل عند تيار كهربى يبلغ المئات من الامبيرات وضغط كهربى يبلغ المئات من الفولتات .

تعمل المعدات الالكترونية السابقة الذكر فى مجالات متعددة اهمها :

١ - تغذية المحركات ذات السرعات القابلة للتعديل سواء التى تعمل بالتيار المستمر ام بالتيار بالتيار المتغير .

٢ - الحصول على مصدر طاقة كهربية يعمل باستمرار بدون انقطاع ، وذلك باستخدام وحدة مكونة من بطارية وعديد من الوحدات الثنائية وثريستور عاكس ، حيث تحول الوحدات الطاقة الكهربية ذات التيار المتغير الى تيار مستمر لشحن البطارية ثم تقوم البطارية ومعها الثريستور العاكس بتحويل طاقة البطارية الكهربية الى تيار متغير اثناء انقطاع التيار العمومى ولا تستغرق فى ذلك الا فترة زمنية قصيرة لا يشعر بها المستهلك .

٣ - تغذية قطارات السكك الحديدية الكهربية حيث تعمل المحركات بالتيار المستمر وتقوم الوحدات الثنائية بتحويل الطاقة الكهربية ذات التيار المتغير الى تيار مستمر .

٤ - تعمل الثريستور بدلا من القواطع الكهروميكانيكية التى تحتاج الى صيانة مستمرة لنقط التماس والاجزاء المتحركة بالاضافة الى بطئها وكبر حجمها والضوضاء التى تحدثها .

٥ - تعمل الثريستور ذات الضغط الكهربى العالى فى نظم الطاقة الكهربية التى تنقل فيها الطاقة الكهربية بالتيار المستمر ذى الضغط الكهربى العالى لما لهذا النقل من مزايا سبق ان ذكرناها .

وهناك بحوث مستمرة تهدف الى تطوير وتحسين أداء المعدات الالكترونية التى تعمل فى مجال الطاقة الكهربية كما تهدف الى زيادة سعتها ورفع كفاءتها .

هذا وتعمل المعدات الالكترونية فى القياس والوقاية والتشفيل والتحكم وغيرها فى مجال الطاقة الكهربية .

الراجع

1. G. D. Friedlander, "Energy : Crisis and Challenge, ,, IEEE Spectrum, p. 18, May, 1973.
2. ,, Steam Gas Turbines, ,, Energy, International May, 1968.
3. T. R. Brogan, MHD Power Generation, ,, IEEE Spectrum, p. 58, February, 1964.
4. M. Petrick, "Liquid-Metal Magnetohydrodynamics, ,, IEEE Spectrum p. 137, March, 1965.
5. K. V. Kordesch, " Low Temperature Fuel Vells ", Proc. of the IEEE, p. 806, May, 1963.
6. E. W. Justi, ,, Fuel Cell Research in Europe, ,, Proc. of the IEEE, p. 784, May, 1963.
7. C. G. Peattie, ,, Hydrocarbon-air Fuel Cell Systems, ,, IEEE Spectrum, p. 69, June, 1966.
8. H. A. Liebhafsky, ,, Fuel Cells and Fuel Batteries, an Engineering Review, ,, IEEE Spectrum, p. 48, December, 1966.
9. R. W. Fritts, " The Development of Thermoelectric Ppwer Generators," Proc. of the IEEE, p. 713, May, 1963.
10. R. L. Eichhorn, ,, A Review of Thermeoelectric Generation, ,, Proc. of the IEEE, p. 721, May, 1963.
11. V. C. Wilson, ,, Thermionic Power Generation, ,, IEEE Spectrum, p. 75, May, 1964.
12. J. J. Loferski, ,, Recent Research on Photovoltaic Solar Energy Converters, ,, Proc. of the IEEE, p. 667, May, 1963.
13. Wedlock, ,, Thermo-Phto-Voltaic Energy Conversion, ,, Proc. of the IEEE, p. 694, May, 1963.
14. L. J. Giacoletto, ,, Energy Storage and Conversion, ,, IEEE Spectrum, p. 95, February, 1965.
15. ,, Pumped Storage in Japan, ,, Energy, International, June 1968.
16. A. Kusko, Production of Power System Development, ,, IEEE Spectrum, p. 2030, p. 2030, April, 1968.
17. A. Kusko, ,, A Prediction of Power System Development, 1968 to 2030 " IEEE Spectrum, p. 75, April, 1968.

18. L.E.H., R.C.H., A.E.R., P.H.W., E.J.S., J.A.S., I.F.M., E.M.S., ,, Insulated Sodium Conductors — A Future Trend, ,, IEEE Spectrum, p. 73, November, 1966.
19. V. I. Popkov, ,, EHV Transmission Lines in the Soviet Union, ,, IEEE Spectrum, p. 18, February, 1969.
20. F. Flex, ,, Growth of Energy Consumption throughout the world ,, IEEE, Spectrum, p. 81, July, 1964.
21. R. R. Bennett, ,, Planning for Power — A Look at Tomorrow's Station Sizes, ,, IEEE Spectrum, p. 67, September, 1968.
22. Towards 2000 MW Sets, Energy, International, March 1968.
23. A. Lavi, C Zener, ,, Energy from Sun and Sea : Plumbing the Ocean Depths : A New Source of Power, ,, IEEE Spectrum, p. 22, October, 1973.
24. H. F. Storm, ,, Solid State Power Electronics in the U.S.A., IEEE, Spectrum, p. 49, October, 1969.
25. Staff of Motorola Semiconductor Products Division, ,, High Power Solid-State Devices, ,, IEEE Spectrum, p. 93, January, 1964.
26. F. W. Gutzwiller, ,, Thyristors and Rectifier Diodes — The Semi-conductor Work-horses, ,, IEEE Spectrum, p. 192, August, 1967.

* * *

أحمد أبو زيد

الطاقة والحضارة

من أكثر الحقائق وضوحاً فيما يتعلق بالمجتمع البشرى والحضارة الإنسانية عموماً ، تعدد أشكال المجتمعات والثقافات أو الحضارات، وتنوع أشكال وصور النشاط البشرى منذ ظهور الإنسان المبكر حتى الآن . وهي أشكال وصور نشأت أصلاً نتيجة لمحاولة الإنسان الدائمة للتغلب على البيئة الطبيعية التي تحيط به ، وأعلى الأقل محاولة التلاؤم معها . وربما كانت هذه المحاولات الطويلة المستمرة هي التي أعطت الإنسان « إنسانيته » وميزته تمييزاً شديداً عن بقية الكائنات الأخرى . وهذا لا يعنى على الإطلاق أن تلك الكائنات لا تبذل أية جهود للتلاؤم مع البيئة التي تعيش فيها ، في الواقع أن ثمة صراعات دائماً ينشب بين الكائنات الحية والبيئة الطبيعية ، ولكنه يختلف في الدرجة من نوع لآخر ، ولكن ربما كان الفارق الأساسي هو أن هذه الكائنات الأخرى تقوم بتلك الجهود بطريقة تلقائية تدفع إليها نفس تكوينها البيولوجى وذلك بعكس الإنسان الذى يقوم بتلك المحاولات نتيجة لمبادئ عقلية تقوم على أساس ادراك المستقبل . وهذا معناه أن الجهود والمحاولات التى تصدر عنه هي فى حقيقة الأمر جهود ومحاولات مقصودة،

ومتعمدة بل ومرسومة ومدروسة . وناريخ التطور الانساني القريب نسبيا والذي يفدر بحوالى سبعين مليون سنة ويحدد بداية مايسمه علماء الانثربولوجيا الفيزيقيّة بالدور الحيوانى أو الطور الشينوروى Cenozoic Era من الزمن الجيولوجي وهو عصر الثدييات - يؤكد ذلك . فقد كانت هذه الكائنات بحمل معها ، ليس فقط امكانيات تطوير وتعديل هياكلها ، بل وايضا التلاؤم والتكيف مع البيئة ، وبذلك امكنا الانتقال الى مراحل متقدمة واكثر تطورا حتى ظهر الانسان الحديث او الانسان العاقل Homo sapiens بكل امكانياته وقدراته الحالية . فالتطور ليس عملية بسيطة ، وان كان يمكن القول ان العامل المسيطر في تلك العملية هو ما يسميه داروين بالانتخاب الطبيعي Natural Selection والانتخاب الطبيعي ليس شيئا واحدا بسيطا بل هو على العكس من ذلك تماما « نتيجة أصلح مواءمة بين مكونات البيئة المحيطة باحدى السلالات الحيوانية من ناحية ، وكل خصائص التكوين الجسمى لتلك الحيوانات ذاتها من الناحية الأخرى » . وهى على اية حال عملية تدريجية تتم ببعد شديد نظرا لانها تتألف من عدد كبير جدا من الخطوات الدقيقة المترابطة ، وان كان يبدو أن هناك بعض القفزات الطويلة التي لا تتخللها اية خطوات أخرى قصيرة (١) .

والذى يهمننا هنا ليس هو مجرد تطور التكوين التشريحي لهذه الكائنات الحية ، انما الذى يهمننا هو فى المكان الاول تطور ثقافة الانسان او حضارته ، وبالذات حضارة الانسان « الحديث » وأسلوب حياته وحاجاته الحيوية ، وطريقة اشباع هذه الحاجات والجهود التي بذلها فى سبيل ذلك . اى اننا نأخذ ثقافة الانسان او حضارته بالمعنى الانثربولوجى لهذه الكلمة والذي يشمل كل المخترعات والعادات والتقاليد التي اوجدتها الانسانية منذ القدم ، على اعتبار ان الثقافة او الحضارة بهذا المعنى - هى كل ما يساعد « الانسان » على تحقيق انسانيته . فلولا الثقافة او الحضارة لكنا على ما يقول **وليام هاوولز** مجرد نوع آخر من انواع الحيوان ، اى نوع من القرود العليا ، تعيش كبقية الانواع فى جماعات صغيرة لها كل خصائص المجتمعات ، ولكنها مجتمعات بدون ثقافة . فكل زمر أو مجتمعات الشمبانزى تتصرف بأسلوب واحد ، سواء فى طريقة الأكل أو النوم فوق الشجر أو التجول ، بل وفى علاقاتها الاجتماعية الصاخبة . وهذه كلها أمور مميزة للشمبانزى ، حددتها لها طبيعتها وقدراتها العامة . اما حالة الانسان فتختلف عن ذلك . فكل مجتمع بشرى له رصيد اضافى من السلوك يغطى ويخفى تلك الخصائص الأولى ويعدل منها . وهذا الرصيد الاضافى هو مانسميه بالثقافة . وزيادة على ذلك فان هذه الطبقة العلوية لا تتشابه ابدا فى اى مجتمعين متميزين لانها ليست فطرية ، كما انها لا تصبح ابدا اجزاء من التكوين نفسه ، اى انها ليست فى ذاتها خاصة بيولوجية . صحيح انها (تورث) - وهذه نقطة هامة - ولكن كما تورث الاملاك لا كما تورث العيون الزرق . فالثقافة اذن هى كل

(١) انظر فى ذلك ترجمتنا العربية لكتاب **وليام هاوولز** من « ما وراء التاريخ » دار نهضة مصر ، القاهرة ١٩٦٥ صفحة

٢. وما بعدها . والكتاب فى الاصل الانجيزى كان بعنوان **Howells, William ; Back of History**

تلك الاشياء التي لا تورث بيولوجيا . (٢) وبفعل آخر بسيط فان التعافى او الحضارة هى كل ما يتقبله الانسان كطريقة للعمل والتفكير ، وكل ما يتعلمه ويعلمه لغيره من الناس . فالسليم والتعلم هما وسيلة انتقال الثقافة او الحضارة والطريقة التي تتغير بها وتتطور . وهذه خاصية مميزة للانسان الذى ينفرد عن غيره من الحيوانات بالتالي بالقدرة على اختراع الحضارة وخلقها وتطويرها ، بحيث تتخذ اشكالا وصورا متفاوتة تتلاءم مع الاوضاع التي تعيش فيها المجتمعات المختلفة ، ومع رغبة الناس في التلاؤم والتواءم مع هذه الاوضاع وتسخيرها لصالحهم (٣) .

وواضح من هذا كله ان الانسان انما يفهم بمناشطة المختلفة وهو مدرك تماما لما يفعل ، ويحاول في هذه المناشط ان يسد حاجاته ومطالبه المتنوعة ، سواء في ذلك الحاجات والمطالب الفسيولوجية كالطعام والشراب - وهى مطالب أساسية ، او الحاجات والمطالب الاولية كالملبس والحاجة الى الدفء ، او اخيرا الحاجات والمطالب « ذات المستوى الرفيع » كالتقراء والاستماع الى الموسيقى والقيام بالرحلات ومالى ذلك . ومع انه لا يوجد حد اقصى لحاجات الانسان ومطالبه فثمة مطالب أساسية تعتبرهى الحد الادنى لاحتياجاته . وتختلف طبيعة ومضار وصور واشكال هذه الحاجات باختلاف البيئة الثقافية ، بل وايضا البيئة الفيزيائية :

(٢) المرجع السابق ، صفحات ٥٨ - ٥٩ . والمعروف ان العالم الانثروبولوجى البريطانى ادوارد بيرنت تايلور E.B. Taylor يستخدم الثقافة Culture والحضارة Civilization بمعنى واحد ، ويعرف الثقافة بقوله : « الثقافة او الحضارة ، بمعناها الانثوجرافي الواسع ، هى ذلك الكل المركب الذى يشمل المعرفة والمعتقد والفن والاخلاق والقانون والعرف وكل القدرات والعادات الاخرى التى يكتسبها الانسان من حيث هو عضو في مجتمع : - انظر في ذلك : Tylor, Primitive Culture, 1871 (Fifth Edition 1913) Vol. I, P.1.

راجع ايضا كتابنا عن « تايلور » في مجموعة نوابغ الفكر الغربى ، دار المعارف القاهرة ١٩٥٨ ، وكتابنا عن « البناء الاجتماعى : الجزء الاول ، المفهومات » ، الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر ، القاهرة والاسكندرية ، الطبعة الثالثة ١٩٧٠ ، صفحة ١٨٨ .

(٣) قد يمكن ان نسترشد هنا - مرة اخرى - بمثال على درجة كبيرة من البساطة ولكن له مدلوله في هذا الصدد - من كتاب وليام هاويز الذى سبقت الاشارة اليه . يقول هاويز « ان عصا الحفر التى من نوع معين مثلا والتي تستخدم في اقتلاع الخضروات البرية من الارض بقصد اكلها هى ثقافة . كذلك الحال بالنسبة لارتداء جلود الحيوانات طلبا للدفء . . . وقد نجد عند الفرد العليا ما يجعلنا نذهب الى انها تملك مثل هذه الاشياء او تستخدمها . فهي تستخدم العصا مثلا في الحال ، وهى في القفص ، اذ نحن زودناها بالمعى واعطيناها شيئا مشريا لكي تستخدم العصا من اجله . . . والشمبانزى يستطيع استخدامها بطرق خاصة به ، بل انه قد يبتكرها بنفسه . والواقع انه كثيرا ما تكتسح مستعمرات الشمبانزى السجينة نزوات عارمة تستخدم فيها العصا لابقاع الاذى والشر بغيرها . ولكن هذا يحدث في الحديقة بطريق المصادفة والعرض ، اى انه لا يخلق عمدا ولا يحفظ به ولا يورث ، بل ولا يمكن فهمه كاساس رتيب منتظم في حياة الشمبانزى . . . اما الانسان فانه يستعمل هذه الاشياء ، ليس كمادة فحسب ، بل وايضا كالفكر . فعصا الحفر ليست مجرد عصا قد يصادفها حوله ، وانما هى عصا (للحفر) تستخدم في اقتلاع (الخضروات) من الارض . صحيح انه قد يرحب باستخدامها احيانا في تاديب زوجته ، ولكنه حين يفعل ذلك يدرك انه يضربها (بعصا الحفر) . وزيادة على ذلك فان الشيء المهم ليس هو العصا ذاتها بقدر ما هو نمط العصا ، وهو نمط للسلوك . فالزمره الاجتماعية هى التي تملكها ، وقد نعرف شخصا معيننا يستخدم عصا الحفر للحصول على الخضروات كما نعرف افضل انواعها . وهذا النمط المعروف الذى ينتج عنه عصا الحفر هو العنصر الثقافى العلى . . . وللانسان القدرة على حفظ هذه الافكار وتغييرها والاضافة اليها . وعلى ذلك فليس من الاسف ان نقول ان الفارق بين قهر بكنجهام واحد الكهوف الذى يعرف سكانه اشمال النار الى جانب المدخل اقل - بشكل ما - من الفارق بين ذلك الكهف وكهف آخر لا يستطيع سكانه اشمال النار - نغلا عن ترجمتنا العربية للكتاب ، صفحاتنا ٦٠ - ٦١ .

وكذلك باختلاف الطبقة والعمر والجنس بل وحجم الجسم ومقدار النشاط وغير ذلك . والواقع انه كلما كانت هذه الحاجات والمطالب (بأنوية) زاد التنوع ؛ وان كان هذا لا يمع من تنوع المطالب الأولية ذاتها . فالمجتمع الذى يعيش افراده فى درجة حرارة يصل معدلها السنوى الى ٢٥ درجة مئوية مثلا يحتاج الفرد فيه الى عدد من السرعات الحرارية أقل بحوالى ٧ / مما يحتاج اليه الفرد الذى يعيش فى مجتمع لا ترتفع درجة الحرارة فيه الى أكثر من ١٠ درجات مئوية ، وذلك على افتراض نمائل المجتمعين فى حجم السكان والتركيب العمرى ومتوسط حجم جسم الافراد وما الى ذلك (٤) .

وليس ثمة شك فى ان الانسان يحاول ان يتسبج حاجانه المتنوعة باساليب متنوعه أيضا وبمناصر مختلفة . . . الخبز واللحم واللبن والقطن والصوف والوقود والورق والحديد والكهرباء والغاز وما اليها . واحدى وسائل تحقيق التوازن بين هذه العناصر المتنوعة المتغيرة هى الرجوع الى قيمة الطاقة التى يحتويها كل عنصر . والوحده التى يقاس بها ذلك « الكالورى » وهذا يعنى ان الحياة تعتمد على انسياب الطاقة وندفها . فالانسان يحتاج الى الطاقة ، ولكنه هو نفسه ينتج الطاقة . ومعظم ما يأخذه الانسان من طافة يفقده فى شكل حرارة يستخدم بعضها فى عمليات كيميائية ، وبعضها (حوالى ٦٠٪) يبذلها الجسم فى شكل فضلات ونفايات ، ولكن البعض الآخر تتمثل على شكل النشاط العصبى والآلى . ومن المؤكد ان الانسان يستطيع استخدام طاقته الخاصة فى التحكم فى أشكال الطاقة الاخرى وتسخيرها لصالحه ، وهذا يؤدى بدوره الى السيطرة على البيئة الفيزيقية التى تحيط به والى تحقيق أهداف أعلى وأسمى من مجرد الاهداف التى تتعلق بوجوده المادى او الحيوانى (٥) .

والواقع ان الطاقة تصبح فى متناول الانسان حين يكشف عن مصادرها وينجح فى التحكم فيها والتغلب على مشكلة تحويلها من شكل لآخر ، فى الوقت المناسب والمكان الملائم وبطريقة اقتصادية او تكاليف معقولة . ولكى يتحقق ذلك لا بد له من ان يعتمد على مختلف انواع محولات الطاقة . واقرب مثل لهذه المحولات الى الذهن هو القاطرة البخارية التى تقوم بتحويل الطاقة الحرارية الى طاقة ميكانيكية . وكل عملية من عمليات التحويل تتضمن بالضرورة استهلاكاً وفاقداً للطاقة . فالناجى من عملية التحويل ، اى مقدار الطاقة التى تحصل عليها فى الصورة او الشكل المناسب تكون دائماً أقل من الطاقة الداخلة او التى استخدمت فى عملية التحويل ذاتها . كذلك تعتبر النباتات والحيوانات التى يتغذى الانسان على لحمها محولات للطاقة . فمن طريق التمثيل الضوئى يقوم النبات بتحويل ضوء الشمس والماء وغازاتى اكسيد الكربون والمعادن الى مواد عضوية تشتمل - ولكن بنسب مختلفة - على المكونات الثلاثة الرئيسية فى الطعام ، وهى الكربوهيدرات والبروتين والدهون . وبالاختصار فان النباتات هى بالضرورة محولات تقوم بتحويل ضوء الشمس الى احدى صور وأشكال الطاقة الكيميائية . اما الحيوانات التى يعيش الانسان على لحمها فانها تعتبر هى أيضا محولات للطاقة ، من حيث انها تقوم بتحويل احدى أشكال الطاقة الكيميائية الى شكل آخر يناسب الانسان ويكون مفيداً له . فهى تتمثل النباتات التى لا يستطيع الانسان ان

Cipólla, Carlo M. ; The Economic History of World Population ; Pelican, (٤)
London 1967, p. 33.

Ibid, p. 35. (٥)

يأكلها أو بهضمها وحوّلها إلى بروتينات ، ودهون يمكن أن يتمثلها بدوره . ونظرا لأن البروتينات الحيوانية أعلى في القيمة الغذائية من الكربوهيدرات فإن الإنسان يجد من الملائم له أحيانا أن يستخدم الحيوانات كمحولات بأن يطعمها حتى بالنباتات التي يستطيع أن يعيش عليها ويتغذى عليها بسهولة . ومع ذلك فإن الحيوانات ومعظم النباتات لا تعتبر - من الناحية التكنولوجية البحتة - محولات على درجة عالية من الكفاءة ؛ نظرا لأن جانبها كبيرا جدا من الطاقة الداخلة نستنفذ في عملية حفظ حياة تلك الحيوانات ، أو النباتات ذاتها والابفاء عليها . بل إن الفقد في الحيوانات يكون أكبر بكثير منه في النباتات . ذلك إن الإنسان حين يتناول النباتات كجزء من طعامه فإنه يحتفظ بجزء معين فقط من الطاقة الكامنة فيها ، ولكنه حين يأكل البروتين الحيواني فإنه لا يحصل إلا على جزء من الطاقة التي كانت تحتويها النباتات التي أكلتها الحيوانات ، وبذلك فإنه لا يحصل إلا على جزء من جزء من الطاقة التي كانت في النبات . وهذا هو السبب الرئيسي في أن المجتمعات الفقيرة تعتمد على الكربوهيدرات النباتية بدلا من اعتمادها على البروتينات الحيوانية . فكفاءة الحيوانات التي يعيش الإنسان على لحمها في أداء دورها كمحولات تقوم بتحويل أحد أشكال الطاقة الكيميائية (العشب أو العلف) إلى شكل آخر للطاقة (اللحم) يمكن تقديرها بأنها ١٠٪ تقريبا . . (٦) .

وحيث ظهر الإنسان العاقل على هذه الأرض كانت النباتات والحيوانات التي تقوم بدور المحولات موجودة بالفعل من قبل . والواقع أن الإنسان العاقل ظل خلال الجزء الأكبر من حياته وتاريخه لا يفعل شيئا سوى تعقب الحيوانات وتتبعها ، أو جمع النباتات والثمار والدرنات . وكانت كل معرفته تنحصر في أي الحيوانات والنباتات يصلح كطعام ، وأيها لا يصلح . وكل هذا معناه إن الإنسان كان ينفق وقته وجهده وطاقته في البحث عن الطعام ، معتمدا في ذلك على الحظ وعلى قدرته على قتل الحيوانات ، أو حتى قتل غيره من بنى البشر ، وأنه كان مهددا طيلة الوقت بالمجاعات مما كان يدفعه في كثير من الأحيان إلى قتل أولاده والتغذي بلحومهم . والواقع أن استخدام الطاقة في القنص والجمع كان وسيلة لتوفير القوت للإنسان خلال ما يزيد على ٩٩٪ من تاريخ الإنسانية . ولم يبدأ الإنسان في استثمار طاقته في الزراعة إلا خلال العشرة آلاف سنة الأخيرة فقط أو نحو ذلك ، مما ترتب عليه من زيادة في الإنتاج بالنسبة للوحدة . وقد أدى ذلك إلى تحول معظم الجماعات التي كانت تعيش على القنص إلى الزراعة والفلحة ، وإن كانت هناك جماعات كثيرة لا يزال يعيش على الصيد والجمع ، أو تجمع بين الإثنين كما هو الحال في كثير من الشعوب الأفريقية ، وعند جماعات الاسكيخو في آلاسكا وكندا وجرينلند .

والسؤال الذي يتبادر إلى الذهن أزاء هذا التنوع في أساليب العيش والنشاط الاقتصادي وما يرتبط بهذا كله من تنظيم اجتماعي هو : ما هي خصائص أنماط انسياب الطاقة Flow of Energy في هذه الجماعات الخلفية ، سواء تلك التي تعيش على الجمع والالتقاط أو الصيد والقنص أو الزراعة ، أو الصناعة ؟ وكيف يمكن توجيه واستغلال الطاقة المتاحة في أوجه النشاط المختلفة حتى يمكن لمتل هذه الجماعات أن تعيش وتستمر في الوجود ؟



(١)

في عامي ١٩٦٧ ، ١٩٦٨ قام **وليام كيمب** William B. Kemp بدراسه مركزية لبعض جماعات الاسكيمو المنعزلة في المنطقة القطبية الكندية الشرقية اهتم فيها بوجه خاص بدراسة الاوضاع الاجتماعية والاقتصادية في قريتين تمثلان درجتين مختلفتين من التقدم والتحضر ، بحيث تعكس احدي القريتين اسلوب الحياة التقليدية القديمة التي ظلت سائدة قرونا طويلة بين الاسكيمو ، بينما تمثل القرية الثانية نمط الحياة الحديثة التي تعتمد على اساليب تكنولوجية اكثر تقدما في عمليه صيد اسماك الصيد الكبيرة التي يعتمد عليها الاسكيمو في معاشهم وفي كثير من نواحي حياتهم اليومية الأخرى . ومع ان كيمب اراد من دراسته ان يحيط بكل نواحي النشاط البشري والتنظيمات الاجتماعية وانماط الثقافة عند الاسكيمو ، فانه اتجه اتجاهها يعتبر جيدا الى حد ما ، او على الاقل تطويرا لبعض الآراء النظرية السابقة في الفكر الاجتماعي والانثروبولوجي ، واعنى بذلك دراسته درجة انسياب الطاقة وتوجيهها في المجتمع (قرى الاسكيمو في هذه الحالة) ، وذلك عن طريق قياس الطاقة المبذولة والعائد على العائلات هناك أثناء نشاطها اليومي ، ومدى تأثر هاتين الناحيتين ، (اي الجهد البشري المبذول في الصيد والعائد المادي) بالتجديدات التي طرأت على أساليب الصيد وتحول الاقتصاد التقليدي الى اقتصاد تقدي . ولقد كان من أول واهم ما لاحظته كيمب هو أنه في مثل ذلك الجو البارد القارص فان استمرار حياة الانسان تتوقف على مطلبين اساسيين هما : الحصول على قدر مناسب من السعرات الحرارية وذلك في شكل الطعام الذي يأكله ، والثاني هو محاولة توفير الجو والمناخ اللامهيمن وذلك في شئ المسكن والملبس . والوسيلة الوحيدة لتحقيق المطلب الأول هي صيد اسماك الصيد والتغذي عليها وان كان الناس من القرية الحديثة يستكملون طعامهم عن طريق شراء الطعام المستورد ، كما انهم يستخدمون في الصيد وفي قنص بعض الحيوانات البارود والاسلحة التي كانوا يشترونها عن طريق النقود التي يحصلون عليها من بيع الفراء والجلود (منتجات الصيد) والاحجار المنحوتة والعاج المنقوش (اي منتجات الكفاءة والمهارة الفنية) كما ان قدرا من هذه النقود كانوا يصرفونه في شراء الوقود اللازم لقوارب الصيد الحديثة . وباختصار فان استمرار حياة الفرد والمجتمع كان يتطلب بذل الطاقة في تتبع الصيد وصناعة الاشياء والسلع الفنية . ومن هذا كله فان الرجل العادي يحصل على ٣٠٠٠ وحدة حرارية (سعرات) يوميا ، وهو قدر يكفي لاستمرار النشاط المطلوب على المستوى اللازم ، او على بعض الشيء من المستوى اللازم . . . ويواصل كيمب دراسته الطريفة - وهي في عمومها دراسة في الايكولوجيا الثقافية - ليبين الفرق بين القريتين في طريقة بناء الاكواخ او المساكن ، سواء في ذلك المساكن التقليدية المغطاة بالجلود والفراغات المحشوة بالاعشاب والشجيرات والتي يصل سمكها الى حوالي عشر بوصات ، او المساكن الحديثة المصنوعة من الخشب المجهز آليا والتي تزودهم بها السلطات الحكومية هناك . وتضاء المساكن من الداخل عن طريق استخدام دهن الحيوانات والاسماك وشحومها . ويلاحظ كيمب مثلا ان الشحم والدهون والزيوت التي يحصل عليها الاسكيمو من احدي اسماك الصيد التي يبلغ وزنها مائة رطل في منتصف الشتاء يصل الى حوالي ٦٤٠ اوقية وهي كمية تكفي لتدفئة المسكن المتوسط لمدة ستين ساعة بصفة مستمرة وبدرجة حرارة تصل الى حوالي ٦٨ درجة فهرنهايتية وبمعدل حوالي ٥٦ درجة . والدراسة في عمومها تسير على هذا النوال الذي يحرص فيه

الكاتب على ان يبين ان الحياة في هذا المجتمع انما يمكن فهمها وفسرها في ضوء عامل واحد هو الطاقة : الطاقة التي يستمدها الانسان من الطبيعة ، والطاقة التي يبذلها في أداء العمل والانتاج الذي يستمد منه الطاقة اللازمة وهكذا . مدورة الطاقة او انسياب الطاقة هو اذن العنصر الاساسي لفهم تركيب المجتمع والنظام الاجتماعى وبخاصة النظام الاقتصادى (٧) . بل الاكثر من ذلك هو ان نفس التركيب الجسمى يكشف عن مدى القدرة على اختزان الطاقة التي سوف يبذلها الجسم فيما بعد في العمل الشاق المضنى الذى يتطلبه الصيد . فالاسكيمو كغيرهم من سكان المناطق الباردة يميلون الى السمنة كما تميل اطرافهم الى القصر والاكنتاز . وهذا معناه قلة سطح الجلد الذى يفقد الحرارة وكثرة كمية الدهن الذى يحتفظ بتلك الحرارة . . والحرارة طاقة في آخر الامر .

والشيء نفسه يمكن ان يصدق - ولكن بطريقة اخرى مختلفة - على الشعوب الاخرى التي تعيش على جمع الطعام ، وتنفق في سبيل ذلك قدرهاثلا من الطاقة ، يتناسب مع طبيعة العمل الذي يقومون به . وربما كان خير مثال لذلك - وهو مثال يناقض الاسكيمو تماما - هو جماعات البوشمن في جنوب افريقيا الذين يواجهون مشكلة كبرى في تتبع القنيسة للقضاء عليها بالقوس الصفيرة والسهم المسمومة . وقد تكون الاصابة غير قاتلة تماما ، ولذا يركض الحيوان الجريح هاربا بسرمة تفوق بالطبع سرعة الانسان ، فيتبع الصياد اثره . وقد يفتضبه ذلك بضعة ايام يقطع مسافة طويلة متحملا كثيرا من المشقة والتعب . « وحتى نثبت اهمية المهارة البشرية الخالصة وقوة الاحتمال في هذا النوع من القنص يكفي ان نذكر ان الصياد هناك يستطيع بالفعل ان يطارد الظبي الافريقى Springbuck - حتى ولو لم يكن جريحا - الى ان يقتله ، وذلك بأن يتعبه بحيث لا يترك له اية فرصة للراحة ، وبخاصة في الجو الحار - الى ان تؤدى الرمال الساخنة الى انفصال حوافره فيعجز تماما عن الحركة (٨) .

الا ان كل هذه الطاقة البشرية التي يبذلها الانسان في الصيد وتتبع القنيسة لتستكمل عن طريق وسائل اخرى واودات متنوعة مثل الفخاخ والزبي والمهاوى والشباك والحراة ، سواء كان ذلك في صيد السمك او الحيوان . ويعتبر هذه الوسائل عاملا مساعدا للطاقة التي يبذلها الانسان في عمله ، بحيث توفر عليه بعض تلك الطاقة ، كما انه قد يستعين بطاقة الحيوانات الاخرى كالكلاب في القنص . . . بيد ان حرارة الجو وظروف البيئة الفيزيقية تملى عليهم ان يقيموا مساكنهم بطريقة مخالفة لتلك التي نجدها عند الاسكيمو . فهم يقيمون في اكواخ صغيرة مؤقتة تقام من فروع الاشجار التي تثبت في الارض تم تغطى بالحشائش او بالحصير المجدول من النباتات العشبية او الجلود . وبينما يستطيع الاسكيمو تخزين الطعام لمدة طويلة في الجليد فان حرارة الجو تمنع من ذلك عند البوشمن ، ولا تسمح بالاحتفاظ بالطعام لاكثر من يوم او نحو ذلك ، ولذا فانهم يرون ان « افضل موضع يوضع الطعام فيه هو المعدة » ، وهذا في حد ذاته يزودهم بالطاقة اللازمة لاعمال الصيد . فهم يتجولون في جماعات او زمر صغيرة العدد ، او حتى في عائلات ، بحثا عن الصيد . بل ان هجرة

(٧) راجع في ذلك مقالا كتبه كمب نفسه بعنوان :

The Flow of Energy in a Hunting Society, Scientific American Vol. 224, No. 3, Sept. 1971, pp. 105-113.

(٨) راجع ترجمتنا العربية لكتاب هاولز « ماوراء التاريخ » المرجع السابق ذكره صفحة ١٦٨ . انظر ايضا : -

Forde, C. Daryll, Habitat, Economy and Society : A Geographical Introduction to Ethnology, Methuen, London 1952, pp. 24-32.

الحيوان الموسمية تضطربهم الى تغيير مساوطن اقامتهم . ومعظم تفكيرهم يدور حول مشكلة الطعام الذى يمدهم بالطاقة . ونظرا لفقر البيئة التى يعيشون فيها فانهم يضطرون الى ان يتناولوا صنوفا من الطعام قد تعافه الشعوب الاخرى ، وبذلك فانهم لا يفاضلون بين مختلف انواع الطعام ، وانما يكادون يأكلون كل ما يستطيعون هضمه من ظباء وأسود وضباع وفيران ووعابين وسحالي وعقارب وضفادع وحشرات وديدان وكل انواع الثمار والدرنيات . بل انهم لا يكادون يحملون بحاله الطعام ، ولذا فانهم يأكلون اللحم المتعفن وبيض النعام القديم الفاسد ، وهذا فضلا عن أنهم يأكلون بشراسة ونهم حين يوجد الطعام ، ثم يقنعون بوجبة ضئيلة جدا حين يعز الطعام . ويبدو ان تلك الشراهة او ذلك النهم فى الاكل هو من خصائص ومميزات كل الشعوب والجماعات التى تعيش على الصيد والقنص نظرا للظروف التى يعيشونها (٩) . وعلى العموم فان حياهم تعطينا صورة طيبة عما كانت عليه الاوضاع فى العصر الحجري الوسيط .

هذان المثالان من جماعات الجمع والصيد والنص « البدائية » التى يعنبرها الكثير من علماء الاجتماع والاشربواوجيا ممثلة لمجتمعات وثقافات العصر الحجري الوسيط يمكن ان نستخلص منها بعض المبادئ المتعلقة بسير الحضارة وتطورها ، واعتماد ذلك التطور على الطاقه التى يستمدتها الانسان من الطبيعة ويخترنها ، لكى يبذلها من جديد فى العمل وفى الانتاج الحضارى ، بالمعنى الواسع للكلمة .

فالانسان فى هذه المرحلة من مراحل التطور الحضارى او الثقافى يضطر الى الرحلة والانتقال عبر مساحات شاسعة من الارض بحثا عن الطعام . وهذا فى حد ذاته مقياس ودليل كاف لقدرة الإنسان على حل المشكلات التى تواجهه وحيانه اليومية ، وبخاصة مشكلة توفير الطعام والقوت وبالتالي توفير الطاقة ، او على الاصح ما يعرف باسم **طاقة الوضع Potential Energy** التى يمكنه استخدامها فيما بعد . ويتحكم فى هذه الهجرات والانتقالات والتحركات بظروف من الاوضاع الجغرافية السائدة مثل البرودة والحرارة الشديدة المتطرفة واتساع المناطق التى يغطيها الجليد او الماء والجيال او الصحارى الرملية القاسية ، ولكن الاهم من ذلك كله هو خضوع هذه التحركات لعامل قلة الطعام وندرة الماء فى بعض الاحيان كما هو الحال فى الصحارى بالذات ، وما يستلزمه ذلك من ضرورة الدفاع عن الاراضى التى تقيم فيها تلك الجماعات ، او تحرك وننفل بين ربوعها باعتبارها كلها مواطن لها ، وهى مناطق تختلف من موسم لآخر تبعا لوفرة الحيوانات والاسماك التى يصطادونها او الدرنات والثمار التى يجمعونها . وتكشف هذه التحركات والهجرات عن قدرة الانسان الفائقة - حتى فى تلك المرحلة المبكرة او الدنيا من مراحل التطور البشرى والحضارى - على ان يكيف نفسه ويعدل من سلوكه واستجاباته بما يتلاءم مع الظروف والايضاح التى تحيط به ، مستخدما فى ذلك ذكاء وخبراته السابقة وخبرات غيره من الناس ، وهى امور ينفرد بها الانسان عن الرئيسات غير البشرية **Non-Human Primates** التى تتصرف فى

(٩) مما يذكره وليام هاولز (المرجع السابق ذكره ، صفحة ١٦٣) عن نهم البوشمن ان الكثيرين من الناس قد شاهدوا « شخصين اثنين من البوشمن ياتيان على شاة كاملة او على كميات مماثلة من لحوم الحيوانات التوحشة فى نصف يوم . . . وحين اقول هنا (شاة كاملة) فانتى لا اعنى الاجزاء التى نفضلها نحن فحسب ، وانما اعنى ايضا الامعاء وما اليها . . . ولا مراد فى ان هذا عمل فد وليس مجرد شيء يمكن لاي انسان ان يقوم به بغير تدريب وترويض طويلين ، وهو العمل ما يمكن ان يوصف به » .

العادة بطريقة تلقائية واستجابته للفريزة . صحيح ان بعض الكائنات شسبه البشرية قادرة على الاستفادة من الخبرة السابقة ، ويتمثل ذلك في أبسط مظاهره في استخدام بعض تلك الكائنات (للادوات البسيطة) مثل فروع الاشجار في الحفراو الحجارة في الطرق والكسر والفندف . ولكن الانسان المبكر او الانسان الاول يتفوق عليها كله في قدرته على صقل وتهذيب تلك « الادوات » بل ونوعها مما يعنى انه حتى في اكثر مراحل التطور تكبيرا كان الانسان يدرك تماما الفكرة والهدف من صنع تلك الادوات واستخدامها ، وانه كان يصنع تلك الادوات عن وعى وادراك من اجل تغيير البيئة الطبيعية او التغلب عليها واخضاعها لصالحه واثباع حاجاته ومطالبه . ومن هذه الناحية وعلى هذا الاساس نجد كثيرا من العلماء يرضون استخدام كلمة « ادوات » الا للاشياء المادية التى تستخدم عمدا وعن قصد ووعى وادراك لتغيير البيئة الفيزيقية ، وهم بذلك يرون ان صنع « الادوات » واستخدامها - بهذا المعنى - خاصة يتميز بها البشر وبعض اشباه البشر عن الرئيسات غير البشرية . وتستخدم الرئيسات العليا (الادوات) بنفس الطريقة التى تستخدم بها اجسامها . وهى تستعين باطرافها او حتى بجسمها كله في الدفع والضرب والطرق والقطع والجذب وما الى ذلك ، وليست « الادوات » في هذا كله سوى امتداد للجسم ذاته ولو انها تساعد تلك الرئيسات على ان يكون سلوكها وافعالها اكر فعالية نظرا لأن هذه « الادوات » تصنع من مواد اكثر قوة واحتمالا وصلابة من عضلات الجسم (١٠) .

وليس من شك في أن الانسان الذى يعتبر ارقى الرئيسات وأكثرها ذكاء وقدرة على التكيف قد استخدم خلال كل مراحل تاريخه انواعا عديدة من الآلات والادوات المتفاوتة في البساطة والتعقيد ، وبخاصة في الاعمال التى تتطلب معدلات لبذل الطاقة اكبر مما يستطيع ان يحصل عليه من جسمه هو وحده . ومن هذه الناحية فان الآلات تساعد الانسان في « خفض المعدل اللازم لبذل الطاقة الى منسوب يقع في حدود مقدرة الجسم البشرى » . ولكن رغم كل هذه الآلات التى ابتكرها الانسان خلال الآلاف الطويلة من السنين فقد ظل « مقيدا بمورد جسمه للطاقة » ، شأنه في ذلك شأن كل الكائنات الحيوانية الاخرى (١١) . وواضح ان الانسان يبذل الطاقة ويؤدى (التسفل) لكن يعد للمستقبل ، وهو في هذا كله بصدر عما يتميز به من التبصر البشرى الذى لا يتوفر لغيره من الكائنات .

(١٠) ليس من شك في ان هذا كله لم يكن ليتحقق لولا ما تتمتع به هذه الرئيسات العليا من قدرة على الاستبصار او ادراك ما يحتمل وقومه في المستقبل . فهذا الاستبصار هو الذى يساعد البشر واشباه البشر على ان يقوموا بافعالهم من وعى وادراك بما في ذلك صنع الاشياء التى يستخدمونها في تحقيق اغراضهم واهدافهم . ومن المؤكد ان الرئيسات غير البشرية لاستخدم الادوات في صنع ادوات اخرى ، وانما هذه خاصية مميزة للرئيسات العليا فقط من البشر واشباه البشر ، وهذه الادوات تساعد في آخر الامر على توفير الطاقة المبذولة لتحقيق الهدف المنشود بدرجة عالية من الكفاءة . انظر في ذلك : -

Watson, R.A., and Watson, Patty Jo ; Man and Nature : An Anthropological Essay in Human Ecology, Harcourt, Brace & World, N.Y. 1969, pp. 68-72.

(١١) انظر كتاب : اسيمون (ايزال) : « الحياة والطاقة » ترجمة الدكتور سيد رمضان هداره - دار المعرفة -

القاهرة ١٩٦٨ صفحة ١٢ .

ومن الامور المهمة في هذا الصدد ليس فقط البحث عن الفرض الذى من أجله يبذل الانسان الطاقة ، بل وايضا البحث عن الكيفية التى يفعل بها ذلك . اذ ليس من شك فى ان هناك معدلا له نهاية قصوى محددة وثابته يستطيع بها المرء ان يقوم بالشغل . ومع ان الانسان قد تكون لديه طاقة كامنة لأداء عمل معين اذا ما أعطى الوقت الكافى لذلك ، فقد لا تتوافر لديه القدرة الكافية لذلك الفرض . والمقصود بالقدرة هنا « المعدل الذى تبذل به الطاقة » . فلكل كائن حتى قدره معينة ثابتة يمكن بذلها ، وحيث لا يستطيع الكائن الحي استخدام طاقته بطريقة معينة وبأعلى كفاية فانه يستطيع ان يستعين بالاشياء الخارجية كالادوات (١٢) كذلك يستطيع الانسان من حيث هو اكثر ذكاء من بقية الكائنات الحية تنظيم مجهوده بوعى وادراك لاحداث المستقبل اكثر من الفصائل الاخرى : فهو يبذل الجبوب ويرعاها ويبذل فى ذلك كثيرا من الجهد خلال شهور طويلة على الرغم من عدم وجود عائد فوري على الاطلاق . ولكنه يدرك طيلة الوقت ان ذلك الجهد سوف يضمن له فى آخر الامر موردا للغذاء خلال اوقات الشدة .

والنتيجة التى نود الوصول اليها من هذا كله هى ان الانساق الحضارية او الثقافية - شأنها فى ذلك شأن الكائنات العضوية البيولوجية - تبذل فى محاولتها أداء وظائفها والحفاظ على كيانها وممارسة انشطتها المختلفة قدرا من الطاقة التى تحصل عليها من نفس البيئات التى تقوم فيها تلك الحضارات . وسوف نحاول فى الاجزاء التالية من هذه الدراسة ان نختبر هذا الحكم وندلل على مدى صحته عن طريق الاشارة الى عدد من المجتمعات والثقافات التى تمثل مراحل مختلفة من التطور الحضارى .



(٢)

يرجع معظم الفضل فى تشبيه المجتمع الانسانى بالكائن العضوى الحي الى علماء الاجتماع والانثروبولوجيا التطوريين فى القرن التاسع عشر ، ولو ان هذا التشبيه ، او ما يعرف على الاصح باسم المماثلة البيولوجية Biological Analogy انتقل الى عدد قليل من العلماء من أتباع المدرسة الوظيفية فى اوائل القرن العشرين . ثم ظهرت النزعة نفسها بعد ذلك بشكل قوى واضح عند أصحاب النزعة التطورية الحديثة من العلماء المعاصرين الذين اضافوا ابعادا جديدة الى التطورية الكلاسيكية التى كانت تسود فى القرن الماضى (١٣) ، واحد تلك الابعاد يتمثل فى تصورهم للانساق الثقافية والحضارات الانسانية على انها عمليات ديناميكية لها القدرة على الامتداد والتشعب والانتشار والنمو كليا وكيفيا على السواء ، شأنها فى ذلك شأن الكائنات العضوية البيولوجية . فمن الناحية الكمية فان الحضارات تمتد وتنتشر عن طريق « التكاثر » او « التناسل » - ان صحت هذه التسمية ، بمعنى ان الجماعات الانسانية تزداد فى الحجم وتنقسم وتتفرع طيلة الوقت بحيث يظهر عنها مجتمعات جديدة لها ثقافات وحضارات جديدة ، يتفرع عنها بدورها ثقافات

(١٢) المرجع السابق ، صفحة ٩ .

(١٣) انظر مقالنا عن « التطورية الاجتماعية » مجلة عالم الفكر ، المجلد الثالث ، العدد الرابع ، صفحات ١٠٤٣ -

وحضارات اخرى فرعية لا تلبث ان تنمو وتتطور لتتفرع من جديد وهكذا . وهذا التفرع في الحضارات والانسان العافية التي تتخذ صوراً واسكالا متنوعة يعنى في نظر هؤلاء العلماء الامتداد والانتشار والنمو الكيفى للحضارة وهو يرتبط ارتباطا وثيقا بمقدار الطاقة التي تخضعها كل حضارة من تلك الحضارات وتتحكم فيها او بدله في مختلف نواحي النشاط الاجتماعى والاقتصادى . ذلك ان درجة التنظيم في اى نسق مادي يتناسب تناسباً طردياً مع مقدار أو كمية الطاقة الى يستخدمها ذلك النسق . فكلما زاد نصيب الفرد في السنة من الطاقة الى يتحكم فيها النسق الاجتماعى الثقافى زاد حجم ذلك النسق من ناحية ، ووصل الى مستوى اعلى في سلم التطور او التقدم السدى يتمثل في تحقيق اكبر من التفاوت او التفاضل البنائى من ناحية اخرى . ومؤدى هذا كله انه يمكن في رأى هؤلاء العلماء النظر الى النقافة او الحضارة على انها نسق حرارى ديناميكى Thermodynamic يمكن تحليله الى ثلاثة عناصر رئيسيه هي : الطاقة والآلات والانتاج . فالحضارة او النقافة هي عمل آلي لاشباع حاجات الانسان ، ولكى يتحقق ذلك فلا بد من التحكم في الطاقة وتشغيلها . بيد ان استخدام الطاقة يتطلب توافر اجهزة واساليب ووسائل تكنولوجية هي التي نطلق عليها اسم « ادوات » او « آلات » ونستخدمها في التحكم في الطاقة وتحويلها وبذلها من اجل « انتاج » السلع والخدمات التي تشبع حاجات الانسان المختلفة . وعلى ذلك فان صيد السمك - على ما يقول الاستاذ ليزلى وايت Leslie White - وصنع الفخار وقص الشعر ، وتقب الاذنين لتعليق الاقراط ، وبرد الاسنان من اجل التجميل ، ونسج الملابس وما الى ذلك من العمليات التقافى الكثيرة هي امثلة للتحكم في « الطاقة » وبذلها عن طريق الوسائل والاساليب الآلية من اجل اشباع حاجات ومتطلبات بشرية معينة . ومن هنا فانه يمكن النظر الى العملية الثقافية او الحضارية على انها قدرة محركة Motive Power ووسيلة للتعبير واشباع للحاجات والمطالب (١٤) .

وحين يتكلم العلماء عن الطاقة فانهم يقصدون « القدرة على اداء الشغل » . فالشغل والطاقة كلمتان او مصطلحان يكادان يكونان مترادفين ، اوعلى الاصح يمكن تعريف كل منهما بالإشارة الى الآخر . فحين نحرك قطعة من الحجر مثلاً من مكان لآخر ، او نعيد تشكيلها عن طريق الشطف أو الكسر فاننا نبذل طاقة وتؤدي عملاً ، ونقوم بالشغل (انظر في ذلك التمهيد الخاص بهذا العدد) . كذلك يمكن التمييز في الكلام عن الطاقة بين المظهرين الكمي والكيفى او الصورى . فمن **الناحية الكمية** يمكن قياس الطاقة باستخدام وحدات محددة ومعيارية مثل الارج والسعرات (الكالورى) والوحدات الحرارية البريطانية British Thermal Units وغير ذلك . وعلى هذا الاساس يمكن المقارنة بين مقادير الطاقة المختلفة . **اما من الناحية الكيفية** فان الطاقة تنعكس وتظهر في عدد كبير جداً من الأشكال والصور . . (١٥) فهناك الطاقة الذرية والطاقة

(١٤) يذهب ليزلى وايت في كتابه عن « تطور الثقافة The Evolution of Culture » الى انه يمكن التعبير عن ذلك كله في صيغة رياضية بسيطة هي $E \times T \rightarrow$ وفي هذه الصيغة تشير E الى الطاقة Energy و T الى الاساليب التكنولوجية Technological Means و P الى المنتجات او Product وبذلك يمكن ترجمة هذه الصيغة على النحو التالي : **الطاقة × الاساليب التكنولوجية ← الناتج او السلع المنتجة التي تخدم حاجات ومتطلبات الناس . انظر في ذلك :**

White, L.A. ; Evolution of Culture, McGraw-Hill, N.Y. 1959, p. 40.

Loc. Cit.

(١٥)

النجمية والطاقة الخلوية . وبالمثل يمكن القول بوجود الطاقة الثقافية او الحضارية . ومن وجهة نظر الانساق الثقافية فان الاشعاع الشمسي والنباتات والحيوانات والرياح والمياه المتحركه وكل انواع الوقود والجزيئات والذرات هي صور للطاقة لها دلالتها وأهميتها من حيث انها تدخل في الانساق الثقافية والحضارية . والمعروف انه لا يمكن خلق الطاقة من لا شيء ، كما انه لا يمكن القضاء عليها او افناءها او ابادنها وازالتها ، وكل ما يمكن عمله هو تحويلها . وعلى ذلك فانه يمكن القول ان الانساق الثقافية تعمل عن طريق التحكم في الطاقة بشكل او باخر ، وتحويلها الى انتاج سلع وخدمات تشبع حاجات الانسان المختلفة . وتختلف الانساق الثقافية وتنوع من حيث هي وسائل للتحكم في الطاقة ، وقد يكون بعضها اكثر فعالية من البعض الآخر في هذا الصدد . ففد يستطيع احد الانساق التحكم في وحدات معينة من الطاقة بالنسبة للفرد في السنة ، بينما يتحكم نسق آخر في عدد اكبر أو اصغر من تلك الوحدات وهكذا . وتنحصر اهمية ذلك في العلاقة بين مقدار او كمية الطاقة التي امكن التحكم فيها من ناحية ، وعدد الاشخاص الذين امكن اشباع رغباتهم بهذه الوسيلة من ناحية أخرى . وعلى هذا الاساس يمكن المقارنة بين الثقافات بالرجوع الى كمية الطاقة التي امكن التحكم فيها واستخدامها بالنسبة للفرد في السنة ، او قد يمكن عقد المقارنات بالرجوع الى « القدرة » - اي معدل أداء العمل - ثم تصنيف الثقافات في حدود والفاظ « قوة حسان » بالنسبة للفرد .

وبطبيعة الحال فان مصدر الطاقة التي امكن بها تشغيل واقامة الانساق الثقافية المبكرة والحضارات الاولى في بداية تاريخ الجنس البشرى نفسه . فالطاقة التي امكن بها تنظيم الادوات والمعتقدات والعادات والشعائر والعواطف في نسق له وظيفة Function انما كانت تستمد من الانسان ذاته كان الانسان مصدر القوة التي امدت الانساق الثقافية والحضارة الاولى بالقوى المحركة ، ان امكن هذا التعبير . وليس ثمة شك في ان مقدار الطاقة التي يستمدها النسق الثقافى من مثل هذا المصدر (اى الانسان) كان صغيرا . فالانسان البالغ العادى يستطيع ان يولد له قوة حسان او ٧٥ واط فقط . ولكن مع ذلك فان معامل القدرة في النسق الثقافى الذى يستمد كل طاقته من الكائنات العضوية البشرية ليس ار. قوة حسان لكل فرد على حدة ، لاننا حين نأخذ في الاعتبار كل افراد المجتمع من رجال ونساء واطفال وشيوخ ومرضى وضعاف وعجزة فان المتوسط سيكون أقل من ذلك بطبيعة الحال ، وربما لا يزيد عن ٥٠.٥. أو بله قوة حسان للفرد . ولما كانت كمية السلع والخدمات التي تشبع الحاجات البشرية تتناسب مع كمية أو مقدار الطاقة المتحكم فيها بالنسبة للفرد ، فان النسق الثقافى او الحضارى الذى يعمل معتمدا على الطاقة المستمدة من الكائن العضوى البشرى وحده لا بد أن تمثل أدنى حد لامكانيات الانساق الثقافية والحضارية ، وبذلك فان مثل هذه الانساق الثقافية لا بد أن تكون في أسفل سلم التطور الحضارى ، سواء فيما يتعلق بالطاقة المستخدمة بالنسبة للفرد ، او فيما يتعلق بالسلع والخدمات الخاصة باشباع الحاجات والمطالب البشرية والمنتجة بالنسبة للفرد أيضا . وهذا لن يمنع من وجود اختلافات وتباين بين الانساق الثقافية التي تعتمد على الطاقة البشرية وحدها . . . ذلك أن « عامل » الطاقة يمكن ان يتغير تبعا لاستهلاك السرعات اليومى ، كما ان « عامل » الآلة يتغير تبعا لدرجة الكفاءة . وعلى ذلك ، وبصرف النظر عن اختلافات الموطن او البيئة التي تنشأ فيها الحضارة والتي تختلف بطبيعة الحال من قبيلة لاخرى في المجتمعات البدائية فسوف نجد ان ثمة

درجة لا بأس بها من التنوع في الانساق الثقافية . فمقدار الطاقة التي يتم التحكم فيها بالنسبة للفرد في السنة هو العامل الاساسى في هذه الحالة، بينما العاملان الآخران (الآلات والانتاج) لن تكون لهما أهمية تذكر - ان كانت لهما أهمية على الاطلاق - بدون عامل الطاقة . فبدون الطاقة لن يكون نمرة معنى للآلات والادوات ولن يكون ثمة انجاز لآى عمل او اى انتاج . وبقول آخر ، فان عامل الطاقة هو الذى يزود المجتمع بمقياس موضوعى ومعقول يمكن به قياس كل الحضارات وليس فقط الحضارات او الثقافات البسيطة - ومدى تطورها ، وبذلك يمكن الحكم على احدى الحضارات او أحد الانساق الثقافية بالتقدم او التخلف تبعاً لمقدار الطاقة المتحكم فيها بالنسبة للفرد في السنة (١٦) .

وكما سبق ان ذكرنا فانه لكى يستطيع المرء ان يأخذ فكرة واضحة عن الانساق الثقافية والحضارية « البدائية » التى تقوم على اتساح واستخدام الطاقة المستمدة من الكائن العضوى البشرى وحده فانه بحسن دراسة عدد من الثقافات الموجودة فى الوقت الحالى ، والتى تعكس مع ذلك نفس الملامح التكنولوجية الاساسية التى لابست المراحل الأولى مثل سكان تسمانيا او جزر الاندمان او جماعات الاقزام فى افريقيا او اهالى استراليا الاصليين ، وما الى ذلك من الشعوب والاقوام « البدائية » التى تزخر بالاشارة اليها كتابات الانثروبولوجيين ، وعدد كبير من الرحالة . والواقع ان العوامل التكنولوجية والبيئية تعمل معا جنباً الى جنب فى ابراز الاختلافات الثقافية بصرف النظر عن مصدر الطاقة المتحكم فيها وحجمها . ولكن مهما يكن من اختلافات الثقافات الحديثة التى تعتمد على الطاقة البشرية وحدها فى التفاصيل ، فانها كلها تشابه فى ناحية واحدة جوهرية هى عجزها او قصورها عن السيطرة على العالم الخارجى تماما وعن انتاج السلع التى تشبع الرغبات البشرية لكل وحدة من وحدات العمل الانسانى ، وذلك فضلا عن بساطة فلسفتها او انساق المعرفة والاعتقاد فيها . وكما سبق ان ذكرنا اكثر من مرة فان ادلة كثيرة تشير الى ان الثقافات والحضارات الأولى تشبه الى حد كبير ثقافات وحضارات بعض المجتمعات البسيطة الموجودة حالياً ، والتى لاتعتمد الا على الطاقة الكامنة فى الجسم البشرى وحده ، ولو انها قد تكون اكثر تقدماً من الناحية التكنولوجية . وليس من شك فى أن الانسانية كانت خليقة بان تظل فى أولى مراحل التخلف والبداءة لو لم يتمكن الانسان من أن يزيد من موارد الطاقة المتاحة له . فالانساق الثقافية لا ترقى ولا تتطور بالذكاء البشرى وحده ، أو بالقيم الثقافية او المثل العليا أو حتى بالعمل الجاد الشاق فحسب ، وانما لابد من أن يتوفر الى جانب ذلك كله الطاقة اللازمة . (١٧)

والخلاصة من هذا كله هو ان ازدياد سيطرة الانسان على المادة عن طريق التحكم فى الطاقة عملية طويلة ولا تزال قائمة ومستمرة حتى الآن ، وسوف تستغرق فى الاغلب زمناً طويلاً فى المستقبل . وترجع هذه العملية - كما تكشف عن ذلك الكشوف الأركيولوجية - الى عصور سحيقة فى التاريخ وما قبل التاريخ ، اعنى الى بداية ظهور الانسانية . وقد يمكن القول ان كل تقدم

Ibid, pp. 41-42

(١٦)

Ibid, p. 43.

(١٧)

تكنولوجيا يمكن تحقيقه في الماضي كان ينطوي في واقع الامر على مرحلة جديدة من التحكم في الطاقة . كذلك فان التقدم في استخدام الادوات في عملية توجيه الجهود البشرى نحو السيطرة على النار او على القوى الحيوانية يرجع هو ايضا الى عصور سحيقة في القدم ، ولذا فان من الصعب معرفة كل الخطوات التي مرت بها هذه الجهود في محاولة التحكم في الطاقة . ولكن الذي لاشك فيه هو ان الحاجة لانزال ماسة للعمل على التحكم في مزيد من الطاقة لدرجة ان هناك من العلماء من يذهب الى حد القول بان الرغبة في التحكم في الطاقة وتسخيرها في مختلف مظاهرها هو جزء اساسي من الطبيعة البشرية ، بل ويكاد ان يكون امرا غريزيا . (١٨)

•••

(٣)

في كتابه القيم عن « The Modern Theory of Energetics » يذهب فيلهلم اوستفالد Wilhelm Ostwald الى القول بان « تاريخ الحضارة لبس سوى تاريخ تقدم سيطرة الانسان وتحكمه باطراد في الطاقة » (صفحة ٥١١) وقد كتب اوستفالد هذا الكتاب في بداية القرن الحالى (عام ١٩٠٧) وهى فترة شاهدت كثيرا من المناقشات حول دور الطاقة في بناء المجتمع البشرى . وقد ادلى كثير من علماء الاجتماع والاثربولوجيا من التطوريين المحدثين - وبخاصة في الثلاثينات من هذا القرن - بكثير من الآراء حول هذه القضية التى لم تلبث ان وجدت لها فيما بعد تطبيقات عملية في عدد من البحوث الميدانية كترك الدراسة التى قام بها كيمب Kemp عند جماعات الاسكيمو والتى سبق الاشارة اليها . . . ومحاولة دراسة العلاقة بين تزايد التحكم في الطاقة واطراد التقدم الحضارى تنبع اصلا من الاعتقاد بان احدى الخصائص المميزة للحضارة هى امكان انتقالها - او على الاصح نقلها - عن طريق الوسائل غير البيولوجية من جيل لآخر ، بل ومن مجتمع لآخر ومن منطقة لآخرى ، على اعتبار انها احدى صور او اشكال التراث الاجتماعى ، ومن هنا فانها تنتقل عن طريق « الاجهزة الاجتماعية » المختلفة . فالحضارة بالمعنى الذى وصفه تايلور والذى جعلها بمقتضاه مرادفة للثقافة تتألف في آخر الامر من عناصر مادية كالالات والادوات والمعدات والملابس والحلى وما اليها ، وعناصر غير مادية تتمثل في الافعال والمعتقدات والاتجاهات ، او المواقف التى تظهر في مناسبات معينة والتى تتصف كلها بخاصة الرمزية . وعلى هذا الاساس ايضا يمكن اعتبار الحضارة او الثقافة متصلا Continuum متميزا عن الخارجة عن جسم الانسان ، والتى لا يقوم بها سوى الانسان من دون بقية الكائنات الحية في صراعه من اجل البقاء . ومن هذا تعتبر الحضارة او الثقافة متصلا Continuum متميزا عن التراث البيولوجى الذى ينتقل الينا آليا عن طريق الجينات او المورثات . والواقع ان كل العلماء الذين تعرضوا لمشكلة تعريف الثقافة او الحضارة يعطون اهمية كبرى لعنصر « التعليم » او « الاكتساب » ويبعدون عنها بالتالى كل ما هو غريزى او فطرى او موروث بيولوجيا ، ويرون انها هى حصيلة العمل والاختراع والابتكار الاجتماعى ، او انها حصيلة النشاط البشرى ،

وان وجودها بذلك غير مرتبط بوجود الافراد من حيث هم افراد ، وهذا هو ماجعل بعض هؤلاء العلماء من أمثال هيربرت سبنسر Herbert Spencer وكروبر Kroeber يستخدمون اصطلاح « مافوق العضوى Superorganic » في كلامهم عنها . . وعلى أية حال فحين يتكلم علماء الانثربولوجيا والاجتماع عن ثقافة شعب من الشعوب فانهم يقصدون على العموم طرائق المعيشة وأنماط الحياة وقواعد العرف والنقايدوالفنون السائدة في ذلك المجتمع والتي يكتسبها اعضاؤه ويلتزمون بها في سلوكهم وفي حياتهم . (١٩) انها بقول آخر بسيط تؤلف نسفا أعلى من رتبة الاشياء المادية والاحداث الملموسة رغم احتوائها على اشياء مادية كالالات والادوات ، كما انه يمكن وصفها في آخر ونفسيرها في شكل مبادئ وقوانين خاصة بها . وكل هذا بغرى في نهاية الامر بمحاولة تتبع تطور الحضارة او ثقافة الجنس البشرى كله كوحدة متكاملة .

لو اخذنا بهذا النصور فاننا نستطيع ان ننظر الى الحضارة على انها نسق عام كلى يمكن التمييز فيه بين عدد من الاجزاء او الاقسام اوحتى المظاهر ، وان كان بعض العلماء من أمثال ليزلى وايت يرون ان من الانسب الاكتفاء بالتمييز بين ثلاثة مظاهر رئيسية يطلق عليها مصطلحات « النسق التكنولوجى » و « النسق الاجتماعى » تم « النسق الابديولوجى » (٢٠) وسواء أكانت هذه تعتبر انساقا او مجرد مظاهر فالمهم هو انه يمكن التمييز بين ثلاثة مستويات او حتى ثلاث

(١٩) الواقع ان فكرة تصور الثقافة او الحضارة على انها « تراكمية » وتكتسب عن طريق التعليم موجود لدى كل علماء الحضارة والاجتماع والانثربولوجية . فمالم الاجتماع المشهور دو روبرتى de Roberty يذهب الى ان الثقافة هي حصيلة الفكر والمعرفة في المجالين النظرى والعملى على السواء ، ومن هنا فانها تعتبر خاصة من خواص الانسان دون غيره من الكائنات ، وهو قول يردده مالىنوفسكى في كثير من كتاباته . كذلك يذكر لنا هوبل Hoebel ان عامل السلوك المتعلم يعتبر ركنا هاما في تعريف الحضارة ، وان من الضرورى ان تبعد كل ماهو غريزي وفطرى وكل صور السلوك الموروثة بيولوجيا من مفهوم الثقافة . ولذا كانت الثقافة او الحضارة في نظره هي حصيلة الابتكار الاجتماعى فقط ، وبذلك يمكن اعتبارها بمثابة التراث الاجتماعى الذى ينتقل من جيل لآخر عن طريق التعليم والتلقين . كذلك يذكر الاستاذان ماكيفر وبيج Page في مجال تعريفهما للكلمة بانها تستخدم للدلالة على كل ما صنعه اى شعب من الشعوب - او أوجده لنفسه - من مصنوعات يدوية ومحركات ونظم اجتماعية سائدة وادوات ومعدات واسلوب للتقليد ، وباختصار كل ما صنعه الانسان أينما وجد ، فهي بذلك تعنى مجمل التراث الاجتماعى للبشرية (انظر كتابهما عن « المجتمع » الجزء الاول ترجمة الدكتور على احمد عيسى صفحة ١١٥) . واخيرا فان رويتر Reuter يعرفها بانها « تشمل الادوات والمعدات التي ظهرت وتطورت نتيجة لجهود الانسان المتصلة لاشباع حاجاته ، وما يرتبط بذلك من عواطف واتجاهات وميول معتقدة وكذلك الابنية المنظمة وما اليها من وسائل واساليب الضبط التي تهدف الى اقرار النظام الاجتماعى وانتشار نماذج السلوك المقررة ، كما يدخل فيها ايضا النظريات الخاصة بتفسير الكون نفسيا فلسفيا والتي تساعد على فهم الحياة وتسهيل المعيشة بشكل او بآخر » . ومع ان هذه كلها تعريفات واسعة فضفاضة الى حد كبير الا اننا نستطيع ان نرى ان العلماء يميزون في الحضارة بين ثلاث فئات او مستويات هي : المادى والاجتماعى والفلسفى كما يظهر على الخصوص من تعريف رويتر . وهذه نقطة سنعود اليها فيما بعد ، انظر في هذا كله الجزء الاول من كتابنا : البناء الاجتماعى - المفاهيم ، صفحات ١٨٨ - ١٩٢ . كذلك انظر :-

Hoebel, E.A., The Nature of Culture, in Shapiro, H.L., (ed), Man and Society, O.U.P., N.Y. 1960, p. 198 ; Reuter, E.B. ; " Race and Culture " in Lee, A.M. (Ed.), Principles of Sociology, Barnes and Noble, 1961, p. 123.

White, Leslie ; The Science of Culture : A Study of Man and Civilization, (٢٠) Farrar, Strans and Cudaly ; N.Y. 1949, p. 464.

« طبقات افقية » هي : المستوى التكنولوجى الذى يعتبر قاعدة وأساسا للثقافة او الحضارة ، والمستوى الايديولوجى او الفاسفى الذى يؤلف القمة ، وبين هذين المستويين يانى المستوى الاجتماعى . وهذه المستويات او الاوضاع يعبر فى حقيقتها الامر عن الادوار الثلاثة التى يمكن التمييز بينها فى عملية الحضارة . فالنسق التكنولوجى هو الاساس الاول الذى يقوم عليه البناء الحضارى كله فى أى مجتمع وفى أى عصر . فهو العامل المحدد للحياة الاجتماعية او النسق الاجتماعى ككل ، بمعنى انه يؤثر تأثيرا بالغا فى تشكيل النظم والعلاقات الاجتماعية التى تسود فى المجتمع ، بينما تعتبر الانساق الاجتماعية (وظائف) للتكنولوجيات المختلفة . اما الفلسفات فانها تعبر بدورها عن القوى التكنولوجية مثلما تعكس الانساق الاجتماعية وذلك فى الوقت الذى يموم فيه التكنولوجيا والمجتمع بتحدد محتوى الفلسفة واتجاهها . وهذا لانفى بطبيعة الحال ان الانساق الاجتماعية تدخل فى عمل التكنولوجيا ، او ان الانساق التكنولوجية والاجتماعية تتأثر بالفلسفات . ولكن هناك فرقا كبيرا بين « التاثير » و « المحدد »

وعلى اى حال فان هذه الانساق الثلاثة الرئيسية التى يؤلف الحضارة تتفاعل فيما بينها ويؤثر بعضها فى بعض ، ولكن على الرغم من أنها كلها تعتبر من خصائص الحضارة الانسانية فان الفئة الاولى منها تتصل اتصالا مباشرا بنفس الوجود الفيزيقي للجنس البشرى ، بينما يظهر الفئتان الاخرتان بالتدرج نتيجة لتقدم الانسان فى سلم الحضارة ، وبذلك فهى دليل ومقياس على تقدمه وتطوره ونموه ، كما انه يمكن فهمها بالاشارة الى النسق التكنولوجى الاولى . وعلى مايقول **ليزلى وايت** : ان التكنولوجيا هى المتغير المستقل ، بينما النسق الاجتماعى يتحدد الى درجة كبيرة عن طريق الانساق التكنولوجية ، بحيث انه اذا تغيرت هذه الانساق تغير النسق الاجتماعى بالضرورة . (٢١) ان المثال الذى يضر به عالم الانثروبولوجيا الاركيولوجية البريطانى (استرالى) الاستاذ جوردون تشايلد E. Gordon Childe فى كتابه الشهير « الانسان يصنع نفسه » الذى يعتبر من أفضل المقدمات التى كتبت عن تاريخ الانسان المبكر يوضح ما نريد ان نقول : « ان تقسيمات علماء الآثار لعصر ما قبل التاريخ الى العصر الحجرى والعصر البرونزى والعصر الحديدي ليست تقسيمات تعسفية تماما ، وانما هى تركز على المواد التى كانت تستخدم فى صنع الأدوات والآلات التى تستخدم فى القطع وبخاصة الفؤوس ، وتعتبر تلك الآلات من أهم أدوات الانتاج . ويؤكد التاريخ الذى يعترف بالواقع والحقيقة اهمية هذه الآلات فى تشكيل وتحديد الانساق الاجتماعية والتنظيم الاقتصادى . وزيادة على ذلك فان الفأس الحجرية - وهى الاداة التى تميز العصر الحجرى الى حد ما على الاقل هى الآلة البسيطة التى يمكن ان يقوم بصنعها واستعمالها اى جماعة من الجماعات التى تشتغل بالصيد او الزراعة وتستطيع ان تكفى نفسها ، فهى لا تشير ضمنا الى وجود اى نوع من التخصص بالعمل او التجارة خارج حدود تلك الجماعة . اما الفأس البرونزية فهى ليست مجرد آلة أفضل من الفأس الحجرية وتحل محلها ، وانما هى ايضا تفترض وجود بناء اقتصادى واجتماعى اكثر تعقدا . ذلك ان صب البرونز عملية أصعب بكثير من ان يستطيع اى شخص ان يقوم بها فى الفترات التى تفصل بين نشاطه فى الزراعة او الصيد او الاهتمام بالاطفال . انها عمل يحتاج الى وجود متخصصين ، وهؤلاء المتخصصون لا بد ان

يعتمدوا في توفير مطالبهم واحتياجاتهم الأولية كالطعام على فائض انساج غيرهم من المتخصصين ... (٢٢) وهذا نفسه يصدق على النسق الايديولوجى الذى يعبر فيه الانسان عن تجربته الانسانية ، ولكن تجربته وبمسيرها لتحديدان ايضا بالتكنولوجيات كما ذكرنا . فالتكنولوجيا المتعلفة بحياة الرعى والزراعة او الصناعة او الحرب سوف يجد بالضرورة تعبيراً فلسفياً ملائماً لها . فاحدى التكنولوجيات تجدها تعبيراً فى الطوطمية - كما يقول ليزلى وايت ، بينما نجد تكنولوجيا اخرى تعبيراً عن نفسها فى التنجيم وهكذا . (٢٣)

كل هذا يدفعنا الى ان نعتبر التكنولوجيات المفاح الاساسى لفهم نمو وتطور الحضارة . وهو موقف سبق ان عبر عنه اصدق تعبير عالم الانثروبولوجيا الامريكى **لويس مورجان** Lewis Morgan فى القرن الماضى فى كتابه القيم « المجتمع القديم The Ancient Society » وهو الكتاب المسئول مسئولية مباشرة عن موقف علماء الانثروبولوجيا التطويريين المحدثين ، ومحاولتهم تفسير الطور الحضارى بالرجوع الى تحكم الانسان فى الطاقة (٢٤) وفى نظرتهم الى التكنولوجيا على انها هى الوسيلة الاولى لظهور الانساق المادية ومن بعدها الانساق الاجتماعية والايديولوجية والدمير بينها . ولما كانت الانساق المادية ذاتها ، مثل الجنس البشرى (من حيث هو متميز عن الكائن البشرى الذى يعتبر جسماً وليس نسفاً مادياً) . او الكون (من حيث هو متميز عن الارض مثلا التى تعتبر جسماً مادياً وليس نسفاً مادياً) انساقاً ديناميكية وليست مجرد انساق استقرارية اوستاتيكية . فان ذلك يعنى ان الطاقة تدخل فى تكوينها بالضرورة الى جانب المادة . وهذا يذكرنا بما سبق ان قلناه من انه يمكن وصف جميع الاشياء والموجودات (الكون والانسان والحضارة) فى حدود والفاظ المادة والطاقة معا ، وان الحياة عملية بناء ، كما انها صراع دائم من اجل الطاقة الحرة Free Energy ، بينما التطور البيولوجى ليس الا حركة ومزيداً من التنظيم ومن التفاضل فى البناء والركيب والتخصص الوظيفى ، وتحقيقاً لمستويات اعلى من التكامل ومزيداً من تركيز الطاقة . (٢٥)

ولو نظرنا الى المسألة من وجهة النظر الحيوانية البحتة فسوف نجد ان الحضارة ليست وسيلة لاستمرار عملية حياة جنس معين هو الجنس البشرى . فهى أداة ووسيلة لتزويده بالطعام والمسكن ، والمأوى واساليب الدفاع والهجوم والتنظيم الاجتماعى والتكيف للكون والترفيه وما الى ذلك . الا ان اشباع هذه الحاجات كلها يتطلب وجود طاقة ، ومن هنا فان

Childe, Gordon, Man Makes Himself (1936), 4th ed. The Fontana Library, Collins, London 1965, p.8. (٢٢)

White, The Science of Culture ; Loc. Cit. (٢٣)

(٢٤) انظر فى ذلك دراستنا عن « لويس مورجان والمجتمع القديم » - مجلة تراث الانسانية العدد الاول عام ١٩٧١ .

(٢٥) راجع على العموم كتاب « آسيموف عن « الطاقة والحياة » وكذلك مقالنا عن « الظاهرة التكنولوجية » مجلة عالم الفكر . المجلد الثالث العدد الثانى عام ١٩٧٢ . انظر ايضا كتاب ليزلى وايت عن علم الثقافة الذى سبقت الاشارة اليه ، صفحة ٣٦٧ .

اول وظيفة للحضارة او الثقافة هي في رأى الكثيرين - السيطرة على الطاقة والتحكم فيها واستخدامها ، بينما الانساق الاجتماعية والفلسفية تعتبر مجرد ملاحق للعملية التكنولوجية وتعبيراً عنها . وعلى ذلك يمكن القول ان عمل الثقافة ككل يتوقف تماما على مقدار الطاقة التي يتم التحكم فيها وبطريقة استخدام تلك الطاقة . بيد ان استخدام الطاقة يتطلب شيئا آخر الى جانبها ، لأن الطاقة في حد ذاتها لا تعنى شيئا ولكنها تلعب دورا معيناً في النسق الثقافى ولا بد من السيطرة عليها وتوجيهها . وهذا لن يتم الا عن طريق الاساليب والوسائل التكنولوجية والآلات والادوات . وتتوقف قدرة وكفاءة تلك الآلات والادوات ، وبذلك فان مقدرتها وفعاليتها في استخدام قدر معين من الطاقة تنعكس في مقدار ما تنتجه من طعام أو ملابس أو سلع أخرى . وقد يمكن صياغة القانون الاساسى للتطور الثقافى او الحضارى على النحو التالى : « لو افترضنا تبات العوامل الاخرى فان الثقافة تتطور وترقى تبعاً لمقدار الطاقة التى يتم التحكم فيها بالنسبة للفرد فى السنة أو تبعاً لزيادة كفاءة الوسائل الآلية التى يمكن بها تشغيل الطاقة » . وليس ثمة ما يمنع بطبيعة الحال من ازدياد كلا العاملين فى الوقت ذاته . وفى ضوء هذا القانون يمكن النظر فى تاريخ التطور الحضارى او الثقافى من تلك الزاوية .



ولو سلمنا بأن الحضارة هي أسلوب للتحكم فى الطاقة ، فلا بد لها من أن تعثر على تلك الطاقة فى مكان ما أولاً حتى يمكن لها ان تتحكم فيها وتستخدمها . ويقول آخر ، لا بد من ان يعثر الانسان على مصادر الطاقة الملائمة التى يستطيع استخدامها فى عملياته الانتاجية ، ايا كانت هذه العمليات . وربما كان أول مصدر للطاقة استفله الانسان بأساليبه الثقافية البدائية ومنذ فجر التاريخ هو طاقة الكائن العضوى الإنسانى نفسه Human Organism . فالثقافات الأولى او الاصلية انما نشأت وعملت بفضل الطاقة البشرية وحدها ، او على الاقل ، كانت الطاقة البشرية هي الاساس الهام والعنصر الفعال فى العمل . ولقد سبق ان ذكرنا ان مقدار القوة Power التى يمكن أن تولد عن الشخص البالغ العادى ضئيلة لا تزيد عن بـ Horsepower حصان ، بل ان متوسط مصادر القوة والقدرة فى انساق الثقافات والحضارات المبكرة يقل عن هذا كثيراً جداً ولا يكاد يتعدى بـ قوة حصان للفرد ، اذا أخذنا فى الاعتبار النساء والأطفال والمرضى والشيوخ والمعزة ومن اليهم .

وعلى أية حال ، فان تحقيق أى تقدم فى الحضارة لا يمكن أن يعتمد على طاقة الانسان وحدها . فمثل هذه الحضارة - ان وجدت - لن تستطيع ان تتطور وتنمو الا اذا استعانت

(٢٦) White ; op. cit., pp 368-69 . وقد سبق ان ذكرنا (الهامش رقم ١٤) ان ليزلى وايت يعبر عن دور

الطاقة فى التطور الثقافى بصيغة رياضية بسيطة هي الطاقة \times التكنولوجية \leftarrow الانتاج ، على أساس انه يمكن التمييز فى أى نسق حضارى أو ثقافى بين ثلاثة عوامل رئيسية هي (أ) مقدار الطاقة التى يتم التحكم فيها بالنسبة للفرد فى السنة ، (ب) قدرة أو كفاءة الاساليب التكنولوجية التى يتم بها التحكم فى الطاقة وتشغيلها ثم (ج) مقدار أو كمية السلع والخدمات التى تشبع حاجة الانسان والتى يتم انتاجها . ولما كانت (ج) هنا تمثل درجة التطور فى المجتمع فان ليزلى وايت لم يلبث ان اعاد صياغة الصيغة الرياضية السابقة بحيث تصبح $C \rightarrow Ext$ بحيث تشير C هنا الى الثقافة Culture او الحضارة Civilization .

بمصادر أخرى للطاقة . وصحيح انه يمكن تحقيق بعض النجاح عن طريق زيادة كفاءة الاساليب الفنية والتكنولوجية التي يمكن عن طريقها استغلال الطاقة البشرية وتشغيلها بدرجة أفضل من الكفاءة ، ولكن هناك حدودا لتقدم الحضارة بهذا الاسلوب أو على هذا الاساس . وقد يمكن أن ندرك مدى قصور مثل هذه الحضارات التي لا تعتمد على غير الطاقة البشرية مع الاستعانة ببعض الاساليب الفنية البسيطة الساذجة اذا نحن نظرنا الى حضارة الشعوب المتأخرة - او البدائية . كما يسميها بعض الاثربولوجيين - التي توجد في الوقت الحالي ، او الى ثقافة أوروبا مثلا في العصر الحجري القديم (او العصر الباليوليثي Palaeolithic) .

في ذلك العصر القديم كان الانسان بطبيعة الحال مضطرا الى الاستعانة بكل ما يصادفه من اجسام صلبة مثل قطع الخشب أو الحجارة ، ثم لم يلبث أن بدأ يستخدم قطع الصخر ذات الحافات الحادة المرهفة القاطعة في تشذيب الخشب مثلا ، ليحصل منها عصا صالحة للاستعمال ، أى انه أخذ تدريجيا يقدر شكل العصا ذاته ويدرك بوضوح فوائد صنعها بشكل معين بالذات . أى أن عملية اكتساب « الانسان المبكر » للثقافة جاءت تدريجيا وببطء شديد وليس عن طريق الوثبة أو الطفرة ، كما ان الاشياء ذاتها أخذت تكتسب بالتدريج معنى أعمق بالنسبة للأشخاص الذين كانوا يستخدمونها . « وهذا المعنى هو الذى يعطى الادوات نمطها الخاص ويساعد بالتالى على ظهور شىء محدد يمكن ان يعزى الى جماعة معينة بالذات » صحيح ان القردة العليا قد « تشذب الاغصان مثلا بانتزاع الفروع الصغيرة منها ... وتقتضم أطراف العصي لتجعلها مدببة ، ولكنها لم تكن تفعل ذلك أبدا الا حين تجابهها مشكلة من المشكلات وليس لكى تلائم نمطا موجودا لديها من قبل (٢٧) المهم هو ان الانسان المبكر كان يستخدم الى جانب قوته العضلية أى طاقته البشرية الاخشاب وقرون الوعول والعظام والاحجار المدببة الحادة والاشواك والاصداف وما الى ذلك . . . وقد ظلت الثقافة - أى اساليب وأنماط استخدام الاشياء - على درجة كبيرة من البساطة والفقاعة لفترات طويلة جدا قبل ان يتمكن الانسان من صنع الآلات والادوات المعقدة التى تختلف في شكلها عن الاشياء والاجسام الطبيعية اختلافا كبيرا ، ولا يزال كثير من الشعوب « البدائية » الحالية تستخدم الى جانب أدواتها وآلاتها المصنوعة كثيرا من الاجسام الحادة التى يتخذونها من الطبيعة مباشرة حين يحتاج الامر الى ذلك ، كأن يستخدموا الاصداف البحرية مثلا في قص الشعر .

وعلى العموم ، فان بدايات الحضارة بدايات غامضة الى حد كبير جدا ، ولكن من المؤكد انها استغرقت فترة طويلة من الزمن . وربما كانت أولى الادوات هى الهراوات المتخذة من العظام والتي كان يستخدمها الانسان القرد في جنوب افريقيا (انسان جنوب افريقيا القرد Australopithecus) . والاعلم - كما تدل على ذلك البقايا الحفرية التى تم العثور عليها - أن هذه الهراوات كانت عبارة عن الاجزاء السفلى من عظم العضد (أى الكوع والجزء العلوى من الذراع) عند بعض الحيوانات المجتررة الضخمة التى كانت تعيش حينذاك مثل الجنو الازرق Wildebeest . ولو صح ان الانسان القرد كان في ذلك الزمن السحيق يبحث فعلا وعمدا عن ذلك الجزء بالذات من العظام في جثة ذلك الحيوان الضخم فيقتطع منه قطعة معينة لاستخدامها في

(٢٧) انظر ترجمتنا لكتاب وليام هاويز : « ماوراء التاريخ » ، المرجع السابق ذكره ، صفحة ٩٤ .

قتل القردة التي كان يتغذى على لحمها فلن يكون نعمة مفر من أن نعترف بأن الانسان القرد كانت له حضارة ، مهما كانت هذه الحضارة بسيطة وساذجة . يضاف الى ذلك أن نمة شواهد أخرى تدل على أن الادوات الحجرية تماثل في القدم الانسان القرد ذاته أو بعض فصائله . ويرجع اقدم هذه الادوات الى بداية البلايستوسين Pleistocene أيضا . وكانت حينذاك عبارة عن آلات حادة بسيطة الى أبعد حدود البساطة تصنع من الحصيئات الكروية بعد كسرها للحصول على حد مرهف . وقد وجدت هذه الآلات في شمال افريقيا وشرقها وجنوبها . ثم جاء بعد ذلك نوع آخر من الآلات والادوات في أوروبا وفي كل أنحاء افريقيا وهي « فأس اليد الأيغولية » التي يحتمل أنها كانت تستخدم باليدين معا لنقلها في اقتلاع الجذور والخضروات البرية وكسر اغلعه الفواكه الصلبة مثل غلاف جوز الهند ، اى انها كانت تقوم بالمهمة التي تعجز عنها أسنان الانسان القرد . كذلك كان الانسان القرد يعتمد على الشظيات والشطفات الحجرية الفجة المصنوعة من الصوان في التقطيع والتشهير والحك وما إليها . ثم دخل على شكل فأس اليد في أوروبا و افريقيا كثير من التحسينات بالتدرج ، وذلك فيما يعرف باسم **الصناعة الاشولية Acheulean** ، فأصبحت أخف وزنا وأكثر تهديبا واستواء وتكشف عن درجة عالية نسبيا من الدقة والاتقان في الصنعة ، كما أصبحت اطرافها أكثر استقامة وحدة نتيجة لاستخدام مطارق من العظام ، او الخشب في صنعها وتشكيلها ، وهكذا . وخلال هذه الفترة التي تزيد على نصف مليون سنة كانت الآلات الحجرية تفقد الكثير من خشونتها وقجاجتها الأولى وتتخذ أشكالا محددة وأكثر استواء واقل وزنا وحجما وأكثر فعالية . وعلى هذا ، ومهما يكن من أمر ذلك التطور الطويل التدريجي البطيء فإنه يمكن القول أن الحضارة لم تبعد الانسان في بداية الامر عن الطبيعة كثيرا . ولكنه مع ذلك عرف النار على ما يبدو واستخدمها في طهو اللحم وانصاجه ، وهذه بغير شك خطوة هامة على طريق التطور الحضارى (٢٨) .



ولقد يكون من الصعب علينا ان نتصور بشكل واضح نوع حياة القنص التي كانت تحياها الشعوب البسيطة المبكرة في العصر الحجري القديم الأدنى عن طريق دراسة أدواتهم التافهة . ولكننا نعرف الشيء غير القليل عن أقوام العصر الحجري القديم الاوسط والاعلى ، او ما يعرف عموما بالعصر الحجري المتأخر . فتلك الشعوب لم تندثر تماما في حقيقة الامر ، اذ تمثلهم في الوقت

(٢٨) يقول وليام هاويز في ذلك : ان اقتصاد الانسان الاول لم يكن يختلف في الحقيقة عن اقتصاد القردة العليا ، فقد كان يجمع ما تقدمه الطبيعة ويغتنم به ، وكان يتفق في ذلك كل وقته . ومن الجائز انه كان (يجمع) اللحم أيضا - على الأقل حتى مرحلة الانسان القرد - وليس النباتات فقط . ولكننا نستطيع ان تكون فكرة صحيحة بعض الشيء عن طعامه في المرحلة المتقدمة قليلا في بعض الاماكن مثل كهوف بكين حيث وجدت عظام الحيوانات جنبا الى جنب مع بذور الفواكه ، كما وجد شيء أكثر أهمية من ذلك وهو الفحم الخشبي ، مما يدلنا على أن انسان بكين كان في تلك الفترة الدافئة الثانية يستخدم النار بالفصل . والطبخ هو عامل هام مساعدا للهضم . . . ومن المحتمل ان هؤلاء البشر لم يكونوا يستخدمون الكهوف كماوى وملجأ الأعرضا - كما كان يفعل الانسان القرد . ولسنا نعرف ما اذا كانوا قد عرفوا الملابس ، ولكن يحمل ان الحياة لم تصل الى تلك الدرجة من الشكلية الا بعد ذلك بكثير عند شعوب العصر الموستري لانهم كانوا يعيشون قرب التلاجت ولأن أدواتهم توحى بانهم كانوا يعرفون الصناعات الجليدية . . . « - المرجع السابق ذكره ، صفحة ١٠٨ - ١٠٩ .

الحالي الجماعات والقبائل « الهمجية » أو « البدائية » أو « المتوحشة » على ما تشير اليهم الكتابات الانثروبولوجية في العاده ، كما ان أساليبهم في القنص كانت أكثر « حداثة » وتطورا . وكانوا يعتمدون في معاشهم على اللحم في المحل الأول وبخاصة في أوروبا وأمريكا الشمالية ، ولدا تعرف شعوب تلك الحقبه باسم « الصيادين المتقدمين » وقد امتدت تلك الفترة ما بين حوالي عام ٣٠٠٠ ق.م و ٦٠٠٠ ق.م على الأقل في معظم الشرق الاوسط - حين بدأت الزراعة بعد تراجع مرحلة القنص الحاصلة . ولقد خضعت صناعة الآلات الحجرية في ذلك الطور الى كثير من التغير ، ودخلت عليها عناصر كثيرة من التطور والتقدم والتجديدات والصيغ والاشكال ، بعد ان كانت كلها في العصر الحجري القديم الأدنى لها نمط واحد الى حد كبير . ولقد برع الانسان في صنع النصال blades المدببة أو ذات الحدين المرهفين للغاية من أحجار الصوان عن طريق « التشطيف » أى فصل الشطافات من قطعة صوان كبيرة تعتبر بمثابة اللب أو النواة core ، وذلك عن طريق الضبط عليها بأداة صغيرة من العظم . وقد كانت هذه الشطافات تستخدم بعد ذلك في صنع كل انواع الآلات الحادة كالمكاشط ورؤوس الحرايب والمسنونات والمدى وغيرها من الآلات التي كان الانسان يستخدمها في الصيد والقنص أو القطع والحك والفشط والتقشير وسلخ الحيوانات وما الى ذلك ، وهى كلها آلات تكشف عن درجة معينة من المهارة رغم ما بها من سداجة وبساطة . ولم يكتف قانصو الحيوانات في العصر الحجري القديم الأعلى بالاعتماد على الحجارة في صنع ما يحتاجونه اليه من آلات وادوات بل استخدموا أيضا العظام والعاج والقرون في صنع كثير من الآلات والادوات الصغيرة الدقيقة . وبعض هذه الصناعات لا تزال تجد لها بقايا عند الاسكيمو الذين سبقت الاشارة اليهم ، وبخاصة « الهاربون » أو حريبة صيد البحر التي كانت تزود بصف من الخطاطيف على طول احد جانبيها أو كلا الجانبين . وهذه كلها أسهمت اسهاما كبيرا في الارتفاع بمستوى الانتاج عن طريق توفير قدر أكبر من الطاقة . فقد كانت هذه الآلات تعتبر عاملا مساعدا للطاقة البشرية التي كان الانسان يبذلها . وفي أواخر العصر الحجري القديم أمكن للانسان ان يخترع وسائل جديدة في القنص مثل القسي والسهم ، أو على الأقل استخدمها بكثرة فائقة ، وساعد ذلك الناس على موازنة طعامهم والاعتماد على كثير من الاطعمة والمأكولات التي كان أسلافهم يأنفون منها مثل الطيور والحيوانات الصغيرة ، كما استعانوا بالكلاب التي يمكن اعتبارها نوعا من « الاكتشاف » من هذه الناحية . وكما يقول هاوولز في ذلك : « لسنا نعرف اصل الكلب على وجه الدقة ، بل اننا لا نعرف ما اذا كان الانسان هو الذى اكتشف الكلب ، أو اذا كانت الكلاب هى التي اكتشفت الناس - اعنى أن الانين بدءا الصداقة أولا . والكلاب مخلوقات أنيسة لطيفة ، والاغلب انها كانت تحوم حول مخيمات الانسان في انتظار فضلات طعامه . وقد قبلها الانسان على هذا الوضع ، ثم سمح لها بعد ذلك بأن تصاحبه وتلازمه حتى ظهر نفعها وفائدتها في الصيد ، وذلك قبل ان يستأنسها ثم يقوم على تربيتها بوقت طويل . والواقع ان الكلاب وصلت الى ذلك المركز بالفعل في بعض الثقافات المحدثه التي تقوم على قنص الحيوان (٢٩) .

الا أن العائد القليل الذي كان يعود على الناس من عملية قنص الحيوان دفعهم الى صيد السمك من البحر لاستكمال غذائهم . وكانت البحار تستخدم في الطعام منذ عهد بعيد . وقد عرفت الشعوب المبكرة منذ العصر الحجري الوسيط (الميزوليثي) صيد السمك بالصنابير أو الهاربون (في حالة الاسماك الضخمة) علاوة على استخدام الشباك . كذلك استكملت الشعوب الميزوليثية طعامها عن طريق « الجمع » ، أى جمع الثمار والفواكه البرية والجوز . وكل هذه أنواع من النشاط الاقتصادي تحتاج الى قدر كبير من المهارة وسعة الحيلة والدهاء والقدرة على مغالبة الظروف القاسية التي سادت في أواخر العصر الجليدي بعد أن كانت القوى العضلية والعنف هي الوسيلة السائدة قبل ذلك ، وبعد أن كان الانسان يعتمد اعتمادا كبيرا على طاقته الجسمية .



(٤)

لكي تتقدم الحضارة الى ما وراء الحدود التي تفرضها عليها مصادر الطاقة الكامنة في الجسم البشري وحده مع الاستعانة ببعض الأدوات البدائية الفجة كان لا بد للانسان من ان يبحث عن وسائل وأساليب اخرى يستطيع بها ان يكتشف بعض المصادر الطبيعية الاخرى التي تكمن فيها مقادير اخرى اضافية من الطاقة ، وأن يتحكم في تلك الطاقة ويسخرها لصالحه . وقد استطاع الانسان خلال تجاربه الطويلة عبر العصور أن يتعرف على ثلاثة مصادر طبيعية للطاقة هي النار والرياح والماء ، وأن يستخدمها في حياته اليومية لاشباع حاجاته البسيطة المحدودة في اول الامر على الاقل . ومن المحتمل جدا ان النار التي تعتبر من المصادر الهامة للطاقة الخارجية اكتشفت منذ ما يزيد على مائة الف سنة على ايدي كائنات تشبه الانسان (اشباه البشر) ، وقد انقرضت هذه الكائنات منذ ذلك الحين ، ولكن المهم هو أن اكتشاف النار كمصدر للطاقة كان أقدم من ظهور الانسان الحديث وان كان استخدام النار في تلك العصور السحيقة كمصدر للطاقة محدودا بطبيعة الحال . والواقع ان كل ما يقال عن اكتشاف النار واستخدامها كمصدر للطاقة في العصور المبكرة من تاريخ الجنس البشري هو محض افتراضات وتخمينات ، وان كان يبدو ان أشباه البشر شاهدوا من آثار النار المدمرة حين كانت تنشب بفعل العوامل الطبيعية كالصواعق أو البرق ، نم عمل الانسان بعد ذلك على (استئناسها) حين أدرك فائدتها في الدفاع وفي تخويف الحيوانات المتوحشة وإبعادها ، واخيرا بعد اكتشاف اهميتها في الطهو . وليس من شك في ان من اكبر المشاكل التي واجهت الانسان القديم هي ايجاد طريقة لاشعال النار عمدا عن طريق صنع شرارة ، ولذا يعتبر اكتشاف صنع الشرارة من طرق قطعيتين من الصخر من نوع معين كالصوان مثلا خطوه جبارة في طريق التقدم . ولقد كانت النار في بداية الامر تظل مشتعلة طيلة الوقت وذلك قبل أن يتمكن الانسان من اختراع وسيلة لاشعالها حين يريد ذلك . ويعتبر ذلك أحد الاسباب الرئيسية في أن كثيرا من الشعوب القديمة كانت تنظر الى النار على أنها شيء مقدس ، ولذا يجب ان تظل

مشتعلة بشكل مستمر ، ومن هنا ساد الاعتقاد لدى كثير من الشعوب والاقوام بضرورة « اطعام اللهب المقدس » . وبمرور الزمن زادت أهمية النار في الحضارات الاكثر تقدما فاستخدمت في صنع الفخار وتطويع المعادن ، كما ان كثيرا من الشعوب « البدائية » كانت تستخدمها بكفاءة في تجويف جذوع الاشجار الضخمة لصنع القوارب وبذلك كانت تحل محل القوى العضلية البشرية . ولكن مع هذا كله فانه يمكن القول ان النار لم تصبح مصدرا فعالا للطاقة الا بعد اكتشاف البخار ، او على الاصح اختراع الآلات والقاطرات البخارية في العصور الحديثة ، بينما كان استخدامها كصورة ومصدر للطاقة في الحضارات والاناساق الثقافية السابقة محدودا للغاية (٢١) . وعلى اى حال فالنار - كما يقول آسيموف - « مصدر مركز للطاقة وباستخدامها يصبح مقدار الطاقة التي تحت امرة الفرد الواحد من بنى الانسان اكبر كثيرا مما يحتويه جسمه بحيث يمكن اعتباره لانهايا - تقديريا . وذلك هو السبب في ان (اكتشاف النار) يكون بلا شك اعظم ماثرة للانسان الفرد . فهي وحدها التي خلصته من عبوديته لمورد الطاقة المحدود في جسمه ، مضافا اليه طاقة الحيوانات التي استأنسها (٢٢) .

وتعتبر النار من اهم الاشياء التي ينفرد بها الانسان ، مهما بلغت درجة تخلفه من دون الكائنات الاخرى ، فهي ظاهرة انسانية ، ان صحت هذه التسمية . ولسنا نعرف قبيلة من القبائل البدائية لم تعرف النار . وئمة اساطير كثيرة لدى معظم الشعوب القديمة والبدائية . فهناك على سبيل المثال اسطورة بروميثوس الذي انزل النار من السماء الى الارض لكي ينقذ بها الجنس البشرى من الفقر والفاقة ، كما ان الحضارات القديمة ومنها الحضارة المصرية عرفت عبادة الشمس في فترة من تاريخها ، وكان الزرادشتيون في فارس يعبدون النار ولا تزال بقايا هذه الديانة قائمة لدى البارسيين في الهند (٢٣) . بل ان النار في صورتها غير الشمسية كانت منذ اقدم التاريخ مصدرا للضوء والحرارة والدفع ، وقد ساعد ذلك الانسان على اكتشاف وارتياح مناطق بعيدة عن الدفع والاقامة في الاصقاع الباردة الجليدية . اى انه يمكن القول ان اكتشاف النار كان من عوامل انتشار الجنس البشرى وعمران الارض ، فضلا عن انه ادى دورا هاما في تغيير العادات الفلدائية لدى البشر ، وبذلك وسع الانسان من مجال مصادر ومواد غذائه ، وادخل عناصر يصعب التغذي عليها بغير طهو صورتها الطبيعية . ولقد توصل الانسان خلال المائة ألف سنة الماضية الى اكتشاف

White, L.A. ; Science of Culture, op. cit, Op. 370.

(٢١)

(٢٢) آسيموف ، ايزال ، « الطاقة والحياة » المرجع السابق ذكره ، الترجمة العربية صفحة ١٧ .

(٢٣) يمكن للفارئ ان يرجع الى كتاب سير جيمس فريزر Sir James Frazer « الفصن الذهبي The Golden Bough » حيث يجد مزيدا من الامثلة عن الدور الذي لعبته النار في حياة مختلف الشعوب والجماعات خلال مراحل التاريخ المختلفة وعلى كل مستويات التقدم الحضارى . وللكتاب طبعة موجزة اشرف عليها فريزر نفسه ، ولهذا الطبعة الموجزة ترجمة عربية ظهر الجزء الاول منها عام ١٩٧١ باشراف كاتب هذه الدراسة (الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ١٩٧١) .

طرق جديدة لاشعال النار والى أنواع جديدة من الوقود ساعدت على تغيير اسلوب الحياة . وكان الخشب أول نوع منها ، ثم ظهر الفحم في القرن السابع عشر ، وأخيرا البترول في القرن الحالى . كل هذا دفع كاتبنا مثل آسيموف الذى سبق الاستشهاد بكتاباتة الى القول انه من بين جميع الاحرازات فى تقدم التكنولوجيا فى تاريخ الانسان احتل اكتشاف النار اولا ثم اختراع الآلة البخارية ثانية المركز الأول فى وفرة الآثار والنتائج . فالاكتشاف الاول جعل طاقة الاحتراق ميسورة للانسان ، اما الثانى فقد اخضعها للاستخدام كمحرك أولى (٢٤) .



ويبدو ان استخدام النار كان أسبق على استخدام الطاقة الكامنة فى الماء والرياح . ومع أن الانسان كان يدرك من خبرته اليومية قوة الرياح وما تستطيع ان تلحقه من خسارة وتدمير وتلف فلم يستطع فى بداية الامر على الاقل ان يدرك القوة الحقيقية الكامنة فيها وان يسخر تلك القوة لصالحه ، ولذا مرت قرون طويلة قبل ان يعرف كيف يستخدمها فى تسيير القوارب والسفن وتشغيل الآلات . وليس من شك فى أن أفضل مظهر لاستخدام طاقة الرياح هى العجلات والطواحين الهوائية باشكالها المختلفة ، والتي خضعت هى ذاتها لكثير من التطوير والتحسين والتجديد والتعديل . ومع ذلك فان معظم استخدام طاقة الرياح والهواء فى ذلك المجال يرجع الى عصور تاريخية وحديثة ، كما ان الرياح لا تعتبر حتى الآن من المصادر المهمة للقوى الا فى حدود ضيقة .

وربما كان استخدام الماء كمصدر للقوى أهم بكثير فى تاريخ الحضارة من استخدام الرياح . والاغلب ان الانسان أدرك من خبرته ومشاهدته للمياه الجارية التى تجرف أمامها العوائق ، كما تحمل جذوع الاشجار الضخمة التى تسقط فى مجراها كيف يستطيع ان يستخدمها فى نقل الاجسام الثقيلة عن طريق تحميلها فوق ألواح مسطحة من الخشب ، ثم لم يلبث بمرور الزمن ان استخدم الماء فى ادارة وتشغيل الطواحين والعجلات كوسيلة لتوفير طاقته الفيزيقية . بيد ان الأهمية الحقيقية للماء لم تظهر الا حين ارتبطت فكرة استخدام طاقة الماء مع طاقة النار للحصول على البخار الذى يعتبر اكتشافه انقلابا خطيرا فى تاريخ الحضارة الانسانية ، وفتح فصلا جديدا فى كتاب الحضارة . فتشغيل الآلات بفعل قوة البخار المتصاعد من الماء الساخن ، وآلات الاحتراق الداخلى كلها فتحت أمام الانسان آفاقا واسعة رغبة من التقدم والرقى ، وزاد من ذلك اكتشاف مستودعات الفحم والنفط والغاز الطبيعى الهائلة التى أتاحت الفرصة لتحقيق زيادة ضخمة فى مقادير الطاقة المتاحة لبناء الحضارة . ولقد ظل الاعتماد على البخار والآلات والقاطرات البخارية سائدا الى ان ظهرت الكهرباء ، ولكن يمكن على العموم ان نقارن نتائج ما يعرف باسم « نورة الوقود Fuel Revolution » بنتائج الثورة الزراعية من الناحية الاجتماعية البحتة . فقد

(٢٤) آسيموف ، المرجع السابق ذكره الترجمة العربية صفحة ٣٣ . راجع أيضا Richards. loc. cit.

ترتب على كل منهما زيادة كبيرة في حجم السكان وحجم الوحدات السياسية ، وحجم المدن وتراكم الثروات ، والنمو السريع في الفنون والعلوم ، وبالاختصار ترتب على كل منهما تقدم سريع وهائل في الثقافة أو الحضارة (٣٥) .



(٥)

ومهما يكن من اثر استخدام الرياح والماء كمصدر للطاقة فان استخدامهما كان - كما ذكرنا - في حدود ضيقة جدا وبخاصة في الفترات المبكرة من تاريخ الحضارة . . ومع ذلك فقد كانت هناك مصادر أخرى للطاقة متاحة حتى للشعوب التي نصفها في العادة بأنها (بدائية) أمكن لهم تسخيرها بحذق وبراعة، ونعنى بذلك طاقة الحيوان والنبات .

ومن الصعب ان نحدد بدقة بداية استئناس الحيوان ، وربما كان ذلك قد تم بطريقة عرضية بحثة في بعض مراحل ما قبل التاريخ « حينما حامت أنواع معينة من الحيوان متخفية حول النار لالتقاط الفضلات ، ثم روضت تلك الحيوانات من أجل التسلية والصحة بدافع من المودة التي لا تزال تربط بين الاولاد الصغار ، وبين السلاحف والخنافس والاشياء الأخرى » (٣٦) ولكن ذلك لم يلبث ان تحول الى عملية استئناس متممة للاستفادة من الحيوانات في أداء (الشغل) الذي يتطلب بدل طاقات اضافية فوق طاقة البشر . وذلك طبعاً بالإضافة الى الاستفادة من لحوم تلك الحيوانات ولبنها وجلودها وعظامها وغير ذلك . وكانت الحيوانات الأولى المبكرة بوجه خاص تفوق الانسان في الحجم وفي معدل بذل الطاقة . ومنذ عصور ما قبل التاريخ استعان الانسان بالحمر والثيران التي كانت « تمثل زيادة في مورد الطاقة المستفاد بها تتراوح بين ضعفين وسبعة أضعاف

(٣٥) الواقع ان استخدام قوى الماء لاغراض الري ، واستغلال الاختلافات الطبيعية بين مستويات الارض كان أمراً معروفاً منذ العصور القديمة . فندت ظهرت العجلات الأفقية مثلاً حوالي القرن الأول قبل الميلاد وكانت قوتها تقدر بحوالي ٣ كيلوات . وحوالي القرن الرابع تم اكتشاف واستخدام العجلات الرأسية التي وصلت قدرتها الى حوالي ٢ كيلوات، وكانت هذه العجلات تستخدم في أول الامر في طحن الفلال وما الى ذلك من اعمال آليه . وفي القرن السادس عشر كانت العجلات التي تدار بقوة الماء (أو السواقي) أهم اداة تستخدم في التحريك بل انها أصبحت أساس التصنيع في أوروبا الغربية . وفي القرن السابع عشر كان ناتج القوة يصل الى مستويات عالية نسبياً بلغت في بعض الأحيان الى أكثر من خمسين كيلوات . أما الطواحين الهوائية فالأغلب انها ظهرت لأول مرة في أوروبا في القرن الثامن عشر واستخدمت في طحن الفلال ورفع المياه والانتقال من المناجم وما الى ذلك . وتصل قدرة هذه الطواحين الهوائية أحياناً الى ١٢ كيلوات، ولكن عيبها الأساسي هو اعتمادها تماماً على الرياح . أما البخار فان استخدامه كمحرك يعتبر حديثاً نسبياً اذا قورن بالطواحين المائية أو الهوائية ، وان كان هناك ما يدل على ان تجربة من هذا القبيل أجريت في الإسكندرية في القرن الأول الميلادي ، ومع ذلك فالواقع ان البخار لم يستخدم بكفاءة وفعالية الا منذ القرن السابع عشر كقوة محرّكة ، بل ان الثورة الصناعية المبكرة كانت تعتمد في أول الامر على الطواحين الهوائية والمائية كمحركات أولية . ولذا كانت مراكز التصنيع تنشأ وتقام حيث توجد تلك الطواحين ومصادر القوة ، ولم تصبح الآلة البخارية محرّكاً أولياً الا منذ منتصف القرن التاسع عشر في أوروبا . انظر في ذلك :

Starr, Chauncey ; " Energy and Power ", Scientific American, Vol. 225, No. 3, Sept. 1971, pp. 37-38.

(٣٦) آسيموف ، المرجع السابق ذكره ، صفحة ١٢ .

الطاقة المتوافرة من عدد مماثل من الرجال ، بينما الخيل تضاعف مورد الطاقة المستفاد بها عشرة أضعاف « (٢٧) . ولكن على الرغم من أن استعمال الحيوانات يرفع معدلات الطاقة التي يمكن بذلها فان ذلك يتم في حدود متواضعة نسبيا ، حتى لو أخذنا في الاعتبار استخدام الحيوانات الضخمة مثل الجمال والفيلة ، كما ان العناية بالحيوانات ذاتها تكلف الانسان بذل قدر من طاقته ، الخاصة التي كان يمكن استخدامها في قضاء حاجاته المباشرة . . .

بيد ان استئناس الحيوان أدى الى زيادة مصادر الطاقة المستخدمة في بناء الحضارة من ناحية أخرى مختلفة تماما . ذلك أن هذا النوع من النشاط يعنى بالضرورة تحقيق زيادة محسوسة في إنتاج الطعام وغير ذلك من نتاج الحيوانات بالنسبة للجهد الذي يبذله الانسان في عمله ، اعنى الجهد المبذول في قنص الحيوان وتربيته . فعملية الاستئناس تختلف اختلافا جوهريا عن القنص والصيد . ففي حياة القنص يقوم الانسان بقتل الحيوان واكل لحمه دون ان يستفيد منه في العمل أو في الحياة اليومية وذلك بعكس الحال بالنسبة لعملية استئناس الحيوان وتربيته ، اذ يعيش الانسان هناك على القطيع دون ان يؤدي ذلك الى نقصان حجم القطيع ، بل العادة ان حجم القطيع يزداد باستمرار ان لم تقم عوامل طارئة تؤدي الى هلاكه . وزيادة حجم القطيع معناه بطبيعة الحال زيادة موارد الطاقة الكامنة في الحيوانات والتي يمكن استخدامها في (الشغل) وبالتالي اتاحة فرصة اكبر لتحقيق مستوى أعلى من الحضارة .

ولقد ساعد استئناس الحيوان بشكل مباشر على استئناس وتدجين النباتات البرية مما أدى الى تحول شعوب واقوام العصر الحجري القديم والوسيط من حياة الجمع والالتقاط والقنص التي تعتمد على التحول الى حياة الاستقرار ، وما ارتبط بالاستقرار من زيادة التحكم في المصادر النباتية الطبيعية ، ثم ممارسة الزراعة كأسلوب للعمل والحياة . وربما كان أهم النباتات التي تم استئناسها وتدجينها هي الحبوب التي يصفها تايلور Tylor بأنها « **المحرك الأعظم لقوى الحضارة** » ، على اعتبار أن كل الحضارات الكبرى القديمة ظهرت نتيجة لزراعة الحبوب . بل اننا لا نكاد نعرف حضارة واحدة ازدهرت بعيدا عن هذا النوع من الزراعة .

ويرجع ظهور الزراعة الى العصر الحجري الحديث أو العصر النيوليثي Neolithic الذي يتميز بالفؤوس الحجرية المصقولة . وبتواصل الانسان الى « زراعة » الطعام و « تربيته » بدلا من مجرد الاكتفاء بجمعه أو قنصه . وكما يقول وليام هاويز : « لو تعين علينا ان نختار أعظم وأجل تغير واحد طرا على التاريخ البشرى كله حتى وقتنا الحاضر لكان هو استئناس الطعام وتدجينه . وانا اعنى هنا بالطبع التغير الناشئ عن التطور الثقافى باعتباره متميزا عن التغير البيولوجى » (٢٨) . ويمكن ارجاع بدء ذلك العصر الى حوالى عام ٦٠٠٠ ق.م . والواقع أنه حوالى عام ٤٠٠٠ ق.م كانت القرى الزراعية قد انتشرت انتشارا واسعا في الشرق الأدنى، وكان العمل الأول للناس حينذاك هو زراعة القمح والشعير ، مستخدمين في الحصاد مناجل مستقيمة هي عبارة عن قطعة من الخشب أو العظام تثبت فيها نصال حادة من الصوان ، كما كانوا يطحنون الغلال على طاحونة يدوية دوارة

مصنوعة من الحجارة ، او على رحي حجرية . ولكنهم الى جانب الزراعة كانوا يهتمون بتربية الإبقار والاعنام والماعز والخنازير ، بالإضافة الى قنص الحيوانات البرية وصيد السمك والطيور . ومع أن الزراعة الأوائل في العصر الحجري القديم لم يعرفوا صناعة الفخار او نسج الملابس ، فانه يكفى لتقدير مدى تقدمهم الحضارى واستخدامهم للطاقة غير البشرية ان تدرك انهم كانوا يعتمدون في المحل الاول على طاقة الحيوانات التى استأنسوها ، بالإضافة الى الأدوات والآلات الزراعية المصقولة المصنوعة من الحجارة الصلبة أيضا . . الا ان هاتين الصناعتين ظهرنا مع ذلك في قرى العصر الحجري الحديث في وقت مبكر نسبيا . وصناعة الاوانى الفخارية بالذات التى تحتاج الى تطويع الطفل او الصلصال قبل تشكيله بإضافة الرمل أو الحصى تعتمد على الطاقة الكامنة في النار التى تستخدم في احراق الطفل بعد تشكيله وذلك لتغيير طبيعته الكيميائية . وفي الوقت ذاته ظهرت في أوروبا الفؤوس الحجرية المشحودة التى كانت تستخدم في قطع الاشجار وتطهير الأرض من الغابات لزراعتها . وقد اضافت هذه الفؤوس طاقة اخرى اضافية جديدة الى طاقة الجهود العضلى الذى يبذله الانسان . ومع ذلك فان جهود الانسان لازالة الغابات بالفأس الحجرية لم يقدر لها النجاح تماما . فقد كانت الغابات تنمو طيلة الوقت من جديد ، ولم يستطع ازالتها كلية والى غير رجعة سوى الفأس المصنوعة من الصلب ، وذلك في العصور الوسطى (٢٩) .

وواضح من هذا كله كيف ان التقدم في التطور الحضارى كان يرتبط منذ نشأة الانسان المبكر بالزيادة في مقدار الطاقة النى يتحكم فيها الانسان عن طريق الاساليب الرعوية والزراعية . وهذا هو في الواقع ما تدل عليه الآثار الأركيولوجية خلال الآلاف القليلة الماضية من الاعوام . اذ لم تلبث الحضارات القديمة الكبرى ان ظهرت بعد اختراع الزراعة بالذات ، وهذا يصدق على مصر وبلاد ما بين النهرين والهند والصين بل وفي بعض مناطق العالم الجديد في المكسيك وأواسط أمريكا ومرتفعات الانديز ، والواقع أنه بعد بضعة مئات الألوف من السنين من التطور البطيء خلال العصور الحجرية القديمة لم تلبث الحضارة ان ازدهرت نتيجة لزيادة مصادر الطاقة التى أمكن توفيرها بالزراعة وتربية الحيوان ، وبذلك حلت المدن الكبرى والأمم والإمبراطوريات محل القرى والقبائل نتيجة للثورة الزراعية ، وأمکن تحقيق كثير من التقدم السريع وبخاصة في العالم القديم في كل الفنون من صناعية وجمالية وعقلية ، كما تم تنفيذ كثير من المشروعات الهندسية الضخمة (٤٠) .

بيد أن هذا كله لا يعنى ان تطور الحضارة كان مستمرا طيلة الوقت وبغير توقف نتيجة لاكتشاف مصادر جديدة للطاقة وزيادة التحكم فيها وابتكار أساليب جديدة في الزراعة وتربية الحيوان . بل ان سير الحضارة كثيرا ما كانت تعترضه بعض العقبات والعوائق التى تعطل من تقدمه أو على الأقل تضعف من قوة اندفاعه . ويقول آخر فان سير الحضارة لم يكن يتجه دائما

(٢٨) وليام هاويز ، المرجع السابق ذكره ، صفحة ١٨٦

(٢٩) المرجع السابق ، صفحة ٣٩ .

(٤٠) White, Science & Culture, p. 372 انظر كذلك كتاب الاستاذ جوردون تشابلد عن « الانسان

يصنع نفسه » Childe, G. ; Man Makes Himself.

في خط رأسي محققا مزيدا من التقدم الجوهري، وإنما كثيرا ما كان يسير في مستوى أفقى لفترة طويلة من الزمن دون أن يحقق أى تقدم يذكر، وهذا على فرض أنه لم يكن يتعرض لبعض الانتكاسات التي كانت ترد بعض الشعوب والأقوام إلى مستوى حضارى أدنى مما بلغته بالفعل . ولعل خير مثال لذلك هو الفترة الطويلة التي انقضت بين ما يعرف باسم الثورة الزراعية التي بلغت أوجها في مصر وبلاد ما بين النهرين والصين حوالى عام ١٠٠٠ ق.م من ناحية ، والثورة الصناعية التي تحققت في أوروبا مع مطلع القرن التاسع عشر . فكثير من علماء الحضارة يرون أن المستوى الذى بلغته تلك الدول القديمة الثلاث ظل سائدا دون أن يطرأ عليه ارتقاء ملحوظ أو يتعرض لتغير جذرى طيلة ما يقرب من ثلاثة آلاف سنة حتى بدأ ما يعرف باسم « عصر الوقود The Age of Fuel » الذى يعتبر بداية لنمط جديد تماما من الحضارة . وهذا لا يعنى بطبيعة الحال أنه لم يكن ثمة تغيير أو تقدم على الإطلاق طيلة هذه الفترة من الزمن ، لأن الإنسان تمكن بالفعل من تحقيق الكثير من الابتكارات في مجال الزراعة ، ولكن الذى نقصده هو أن كل هذه المظاهر من التقدم لا يمكن أن تقارن بما كانت الحضارات القديمة في الشرق قد انجزته بالفعل عن طريق الثورة الزراعية ، وأن التقدم الذى يمكن مقارنته بهذه الثورة هو ظهور عصر القوى Power Age أو حتى ثورة الوقود . وعلى أى حال فالظاهر أن ما أحرزته الحضارة الإنسانية من تقدم في العصور الزراعية الطويلة لم يكن يقدر له أن يحقق مزيدا من النجاح الجوهري لولا أن تمكن الإنسان من اختراع وابتكار وسائل جديدة للتحكم في مقادير إضافية من الطاقة . وقد تم ذلك نتيجة لاكتشاف مستودعات الفحم والنفط والغاز الطبيعي التي تعرف عموما باسم الوقود الحضرى Fossil Fuel ونجاح الإنسان في التحكم في الطاقة الكامنة في هذه الأشكال من الوقود ثم استخدامها لصالحه عن طريق البخار وآلات الاحتراق الداخلى . ولقد أضافت هذه الاكتشافات مقادير هائلة إلى الطاقة المتاحة لبناء الحضارة أو بالأحرى لبدء مرحلة حضارية جديدة تماما ، وهذا هو الذى يدفع إلى مقارنة « ثورة الوقود » بالثورة الزراعية . إذ ترتب على كل منهما تحقيق زيادة كبيرة في السكان وحجم الوحدات السياسية ، وحجم المدن وتراكم الثروات والنمو السريع في الفنون والعلوم (٤١) .

وقد يكون من الصعب علينا هنا أن نتبع بكل دقة وتفصيل كل أشكال الطاقة وصور التقدم الحضارى والأنماط الثقافية التي صاحبها اكتشاف الإنسان لمصادر جديدة من الطاقة واستغلاله لتلك المصادر والتحكم فيها . ولكننا نستطيع من كل ما قيل حتى الآن أن نبين أن الإنسان في كل مراحل حياته وتطوره كان يصنع آلاته وأدواته بما يتناسب مع مصادر الطاقة المتاحة له . فالأدوات والأسلحة البسيطة الساذجة التي كان يستخدمها جامعو الطعام ، والصيادون الأوائل تتناسب تماما مع مصدر الطاقة الطبيعية الوحيد الذى كان متاحا لهم ، ونعنى بذلك الطاقة الكامنة في الجسم البشرى أو الكائن العضوى نفسه على ما ذكرنا . وحين اكتشف الإنسان طاقة الحيوانات وعرف كيف يتحكم فيها استخدمها في الزراعة وصنع المحراث الذى تجره الحيوانات وامكنه بذلك أن يزرع مساحات أكبر من الأرض لم يكن في استطاعته أن يزرعها باستخدام عصا الحفر مثلا ، وأدى ذلك بدوره إلى توسيع دائرة الطعام ، بل ووفرة الغذاء بكميات كبيرة ، مما ساعد على

قيام تجمعات بشرية اكبر وأكثر استقرارا . . . بل ان استغلال مصادر الطاقة غير البشرية - سواء اكانت طاقة الحيوانات أو طاقة بعض القوى الطبيعية كالرياح والماء - وما ترتب عليه من زيادة كبيرة في انتاج الطعام ساعد بشكل مباشر على انصراف بعض افراد المجتمع الى الاشتغال بأعمال وأنشطة أخرى غير انتاج الطعام ، وهذا معناه أن استغلال تلك القوى ساعد على ظهور التخصص وتقسيم العمل ، وما ارتبط بذلك من التفاوت بين الجماعات وتشعب العلاقات الاجتماعية بين أعداد متزايدة من الناس ، ثم تنوع الحاجات والمطالب وزيادة التكافل الاجتماعي . وليس من شك في أن كل هذا التعقد كان يتطلب بالضرورة وجود وقيام نوع من التنسيق والضبط والتحكم والتوجيه ، مما استلزم في آخر الامر وجود هيئة مركزية تتولى مثل هذه العمليات .

والواقع ان هذا ينطبق على المراحل الاكثر تقدما وتطورا منه على المراحل الدنيا من التطور الحضارى والثقافى ، بل انه يتمثل في أوضح صورته في المجتمع الصناعى الحديث ، حيث تبلغ مصادر الطاقة المتاحة درجة عالية من التعقد والتنوع تقابلها درجة مماثلة من تعقد وكفاءة الاساليب التكنولوجية ، والآلات والادوات التى تستلزم وجود درجة عالية من التخصص والتنوع في العمل وأوجه النشاط وتعقد الحياة الاجتماعية وتشابكها. بل الاكثر من ذلك اننا نجد في المصنع الحديث بالذات عددا قليلا نسبيا من الافراد يقومون بتشغيل آلات معقدة تستنفد كميات هائلة من الطاقة لانتاج قدر كبير من السلع التى يحدد نوعيتها (بل وكميتها ايضا) مجموعة اقل من الرجال الذين يتولون أمور التخطيط والادارة والاشراف على الانتاج . بل ان اختيارات وقرارات هؤلاء الافراد القلائل تؤثر تأثيرا مباشرا في حياة عشرات ومئات الالاف من المستهلكين . ولم يكن هذا ليتيسر لهم لولا الطاقة الهائلة التى يستغلونها في تشغيل تلك الآلات المعقدة التى تنتج السلع ، والتى تعتمد اعتمادا مباشرا على طاقة الوقود الحضرى بانواعه وأشكاله المختلفة . والواقع ان التصنيع ذاته لم يكن يفدر له أن يقوم ويحقق هذه الدرجة من التقدم والتشعب والتنوع لولا استخدام تلك الطاقة المركزة (٤٢) . والمعروف ان الفحم والنفط والغاز ، وهى مصادر الطاقة التى تساعد على قيام الصناعة الحديثة ترجع الى ما لا يقل عن مائتى مليون سنة ، وان الطاقة التى تحملها هى فى الحقيقة طاقة الشمس التى تركزت فى المادة العضوية عن طريق عمليات التمثيل الضوئى فى النباتات الخضراء . وهذا معناه ان الانسان حين يستخدم هذه الانواع من الوقود الحفرى فانه يستخدم فى حقيقة الامر الطاقة الشمسية ، ويعتمد على نشاط النباتات فى تركيز هذه الطاقة فى صورة يستطيع الانسان ان يستخدمها . وعلى أى حال فان اكتشاف الوقود الحفرى فتح ابواب الابتكار على مصراعها امام المهندسين والمخترعين الذين يمكنهم استغلال الطاقة فى تنفيذ أشد المشروعات تعقدا وضخامة فى وقت قصير نسبيا ، اذا قورن ذلك بالمجهود والوقت اللذين كان يمكن بذلهما لو أن الطاقة البشرية أو الحيوانية هى التى كانت تستخدم فى تنفيذ مثل تلك المشروعات الهندسية الجبارة . والمهم هنا هو أن الانسان الحديث عرف عن طريق التقدم العلمى كيف يحول الطاقة الكامنة فى الوقود الحفرى الى طاقة كيميائية وكهربائية ، بل انه عرف كيف يبتكر الاساليب لتوليد الكهرباء ، واستغل فى ذلك قوى الطبيعة التقليدية ، اعنى قوة الرياح والماء ، واستخدم ذلك كله فى الانتاج وفى العمل على تطوير المجتمع الانسانى والوصول به الى مستويات عالية من

التقدم الحضارى والسيطرة على البيئة الطبيعية ذاتها التى يعيش فيها . فالانسان الحديث لم يعد يقنع بأن يحيا فى تلك البيئة الطبيعية ، أو حتى أن يحيا حياة هائلة ، وإنما هو « يأخذ الدنيا بين يديه » على ما يقول واطسون (٤٢) ، ويشكلها كيفما شاء وحسب رغباته ، وينتج أشياء لا تستطيع الطبيعة ذاتها أن تنتجها ، وهى أشياء يصنعها لكى يشبع حاجاته المختلفة ، وإن كان هذا فى الوقت ذاته يؤدى الى خلق حاجات ورغبات ومطالب جديدة يعمل على اشباعها من جديد . وهكذا نجد ان الانسان بعد أن يتمكن من صنع كل تلك الأشياء لتكون فى خدمته لا يلبث ان يصبح هو نفسه عبدا لتلك الأشياء التى تتحكم فى حياته الى حد كبير .

ومع كل هذا التقدم المرتبط بالطاقة فالظاهر انه لا تزال هناك مجالات أخرى جديدة سوف يرتادها الانسان فى المستقبل ، ويحقق فيها مستويات من الحضارة اعلى بكثير من كل ما امكنه الوصول اليه حتى الآن . . وذلك ان الانسان الحديث اكتشف مصادر الطاقة الذرية وبدأ يخضعها ويتحكم فيها ويسخرها لصالحه ، ويبدو انه سوف يفلح فى الوصول بالحضارة الحديثة الى آفاق لا يتصورها العقل فى الوقت الراهن على الاقل ، وان التحكم فى تلك الطاقة الجبارة سوف يضع امام الانسان امكانيات هائلة للتقدم فى مختلف المجالات . بل انه قد يستطيع من طريق استخدام تلك الطاقة ان يعيد تشكيل هذا العالم والبيئة التى يعيش فيها على نطاق واسع ، بل وقد يغير حياته هو نفسه كلية ، خاصة وان النشاط الاشعاعى يؤثر تأثيرا مباشرا على « الجينات » أو حاملات الوراثة . وقد يستطيع ان يستفيد من هذه التأثيرات فى الوصول الى نتائج مرسومة ومدروسة حول الانسان نفسه وحياته ومصيره .

وعلى الرغم من كل هذا فانه لا يمكن الزعم بأن التطور أو التقدم الثقافى والحضارى المرتبط باكتشاف مصادر جديدة للطاقة كانت كل نتائج خيرا على الانسان . فلقصة الطاقة والحضارة وجه آخر غير مشرق تماما . ذلك ان الاعتماد على الوقود الحفرى فى مختلف اشكاله للاستفادة من الطاقة الكامنة فيه يعنى زيادة الفبار والكربون وثانى أكسيد الكربون وكثيرا من التركيبات الكيميائية الأخرى التى تعمل على تلويث الهواء والبيئة بل والماء الذى نشربه حيث تلقى المصانع بفضلاتها وبقاياها ونفاياتها . ثم ان اطلاق الطاقة الذرية رغم كل ما يمكن ان يقدمه من خير للانسان والحضارة يحمل بين ثناياه امكانية تدمير تلك الحضارة وفناء العالم كله . فالطاقة الذرية التى تستخدم فى الصناعة يمكن ايضا ان تستخدم فى الحروب المدمرة ، وفى جميع الاحوال فان بمة خطرا هائلا يكمن فى النشاط الاشعاعى والفبار الذرى الذى ينتشر فى الجو حول العالم كله ، وقد يصل الى درجة تهدد ليس فقط حياة الانسان بل وكل حياة على هذه الارض .

وعلا اية حال فان ثمة سؤالا يتردد بالضرورة على الذهن وهو : ما المصير ؟

ان مصادر الطاقة الكامنة فى شكل وقود حفرى تستهلك بمعدلات متزايدة ، ولا بد من أن تنضب يوما ما ، كما ان كمية المواد القابلة للانشطار محدودة فى هذا العالم ، شأنها فى ذلك شأن كل المواد الخام الأخرى . فهل ياترى يعود الانسان مرة أخرى الى أسلوب حياته البسيطة

الساذجة حين كان يعتمد على الزراعة مستخدماً الطاقة البشرية والحيوانية وما أشبه ؟ هذا أمر يصعب تصوّره . . . فمع ان الكثيرين من علماء الحضارة لا يستبعدون حدوث النكسات الحضارية ، وأن البعض الآخر يتصورون سير الحضارة على شكل دورات تتراوح بين التقدم والتراجع والتدهور ، فليس من شك في أن التقدم هو سنة الحياة الانسانية والمجتمع والحضارة . وقد تنضب مصادر الطاقة من الوقود الحفري والمواد القابلة للانحطاط ، ولكن يبدو أنه سوف يظل هناك المصدر الاساسى الذى يزداد الالتفات اليه الآن وهو الشمس . فالأغلب ان الاعتماد على الشمس كمصدر للطاقة سوف يزداد في المستقبل ، وأنه هو المصدر الوحيد الذى لا يحتمل ان ينضب او يستهلك تماما ويفنى . ويزيد من أهميته انه ليست له أية آثار اشعاعية او تهديد بتلوث البيئة ، وبذلك يبدو أن الانسان سوف يعود مرة أخرى الى احضان الطبيعة والى مصدر الحياة ذاتها لكى يقيم عليها حياته وحضارته في المستقبل .

ولكن حتى يأتى ذلك اليوم فالظاهر ان أسلوب الحياة في المجتمع الصناعى سوف يظل قائماً مادامت هناك مصادر للوقود الحفري وللطاقة الذرية ، ومادامت هناك المواد الخام التى تستخدم تلك الطاقة في تصنيعها . ولا بد للانسان من أن يتحمل الآثار السيئة الضارة المرتبطة باستخدام مصادر الطاقة المتاحة في الوقت الحالى الى جانب ما يفيد من خير لا شك فيه . ويبدو أن الانسان نفسه يجد - على حد قول تيرنر Turner كثيراً من المتعة في هذا النشاط الصناعى رغم كل ما به من أضرار ومتاعب وأرهاق مادام يشبع حاجاته ومطالبه المتزايدة ، وهو ما يعبر عنه شاعر التاج روبرت بريدجز Robert Bridges في قصيدته عن « عهد الجمال » حيث يقول :

« حينما اخذت الى حجرة الآلات يوماً في صباى في الورش الصاخبة لمصنع عظيم
وقفت وجهاً لوجه مع القوة الدافعة الهائلة الجائمة في ردهة سفلى
والتي جعلت كل الطوابق ترتجف الف نول تختلج ، ودواليب غزل ترقص
شعرت في نفسى برابطة نسب وحنان نفس الشعور الذى يخالج الاطفال
نحو الفيلان التى يعيشونها (٤٤) .

★ ★ ★

أهم المراجع

- Asimov, I. ; Life and Energy, Doubleday & G. ; N.Y. 1962.
; 20th Century Discovery : The Structure of Life, Transworld, N.Y. 1969.
- Cipolla, Carlo M. ; The Economic History of World Population, Pelican, London 1967.
- Frisch, O.R. ; Atomic Physics Today, Fawcett World Library, 1965.
- Lee, R.B. & De Vore, I., (Eds) : Man the Hunter, Oldine, N.Y. 1969.
- Odum, H. T. ; Environment, Power and Soceity, Wiley, N.Y. 1971.
- Palmer, P.C. ; Energy in the Future, Van Nostrand Cr., N.Y. 1953.
- Rappoport, R.A. ; Pigs for the Ancestors : Rituals in the Ecology of a New Guinea People, Yale 1968.
- Richards, D. A. ; The Flame of Discovery, O.U.P. 1964.
- Singer, C. et al. (eds) ; A History of Technology, O.U.P. 1954-8.
- Thirring, Hans ; Energy for Man : Windmills to Nuclear Power, Indiana, U.P. 1958
- Ubbelohde, A.R. ; Man and Energy, Hutchinson, London 1954.
- Watson, R.A. & Watson, Patty Jo ; Man and Nature : An Antihropological Essay in Human Ecology, Harcourt, Brace & World, N.Y. 1969.
- White, Leslie A. ; The Science of Culture : A Study of Man and Civilization, Farrar, Straus & Cudaly, N.Y. 1949.
- ; The Evolution of Culture, McGraw-Hill, N.Y. 1959.
- Wilson, Mitchell, Energy ; Time-Life International, 1969.

★ ★ ★

التفكير الإبداعي والمجتمع الحديث

عبد الحكيم محمود السيد *

دراسة وتنمية من أبرز خصائص العصر الحالي
المميزة لروحه ، عصر الفضاء الذي يشهد
المخيلة .

١ - أهمية الإبداع في المجتمع الحديث :

لقد أصبح الاهتمام الشديد بالإبداع (*)

* الأستاذ عبد الحكيم محمود السيد باحث بالمركز القومي للبحوث الاجتماعية والجنائية بالقاهرة وله دراسات في الإبداع
والشخصية .

(*) يتفق معظم المفكرين على أن الإبداع (Creation) هو إنتاج شيء ما على أن يكون جديدا في صياغته ، وأن كانت
عناصره موجودة من قبل ، كأبداع عمل من الأعمال العلمية أو الفنية أو الأدبية . والاختراع (invention) ليس إلا أحد
جوانب الإبداع ، وهو عبارة عن إنتاج مركب جديد من الأفكار ، أو هو بوجه خاص ادماج جديد لوسائل من أجل غاية معينة ،
وهو بهذا عكس الاكتشاف (discovery) الذي لا يطلق إلا على اكتساب معرفة جديدة بأشياء كان لها وجود من قبل ،
سواء كان هذا الوجود ماديا أو كان نتيجة تترتب بالضرورة على معلومات سبق وجودها (La lande, A., 1951, P. 545)

وفد ينفرد بعض المفكرين بوجهة نظر خاصة في تعريف الإبداع فمثلا ، يرى برنوفسكي (Bronowski, J., 1958)
أن الشخص يصبح مبدعا - فنانا كان أو عالما عندما يجد الوحدة في تنوع الطبيعة ، أو في أشياء لم يكن يظن من قبله
ولا يتوقع أن تكون بينها وحدة . ويؤكد أن « الإبداع » في كل من الفن والعلم يرتبط ارتباطا وثيقا بشخصية المبدع ، وحتى

الكريمة . وكل ما يترتب على هذا التفجير السكاني من مشكلات يستلزم بحثا دأبا عن حلول أصيلة تحقق توافقا في مجال العلاقات السياسية الدولية والمشكلات الاجتماعية والاقتصادية المترتبة على زيادة السكان .

ان كلا من المجتمعات المتقدمة والآخذة في سبيل النمو في حاجة ماسة في العصر الحديث الى ايجاد حلول مبتكرة لانشاء نظم اقتصادية تمكنها من توفير العمالة اللازمة لابنائها والأجور الملائمة ، بطريقة لا تعيق التجديد والاستعانة بأدوات التكنولوجيا الحديثة للاستعانة من امكانياتها من ناحية ، وتستثير القدرات الانسانية الخلاقة من ناحية أخرى .

وتدفع الى بعض أنواع النشاط الإبداعي في المجتمع الحديث محاولات القضاء على «الملل» ، سواء ذلك الملل الذي يعقب الحروب الكبرى ، أو ذلك الملل الذي يعد أحد أمراض الصناعة الحديثة، حيث لم يعد العمل يتطلب - في معظم الأحيان - اتخاذ الفرارات أو التفكير البناء ، بعد أن أصبحت الآلات الحديثة تقوم بعمليات فكرية كثيرة كان الانسان من قبل يقوم بها ،

ولاشك أن عوامل كثيرة تدفع الى هذا الاهتمام البالغ بالابداع وتدعمه . فلا يمكن أن نغفل في هذا الصدد الكفاح الرهيب على وجه الأرض الذي استلزم الجانب العسكري منه رفع معدلات الاختراع لتنمية أسلحة مبتكرة ، واستراتيجيات جديدة ، خاصة وأن حالة جمود الحركة (١) في نطاق الاستعدادات الحربية ، أو تعادل آثار الأسلحة والوسائل المادية للصراع ، جعلت الصراعات في أساسها تجرى بين العقول المدعة ، بحيث أصبحت نتائج الصراع مرهونة بمقدار ابداع العقول لدى القوى المتقابلة ، مما جعل العلماء يواجهون تحديات في الجبهات العقلية، العلمية والثقافية، وكذلك الجبهات الاقتصادية والسياسية . بل ان الحرب الباردة أصبحت تتطلب أسلحة دفاعية جديدة وبمعدلات سريعة .

يضاف الى هذا أن وجودنا في عالم يتفجر سكانا يتنافسون أكثر من أي وقت مضى على مصادر ثرواته ، بكل ما يخلقه هذا التنافس من مشكلات سياسية دولية ومشكلات اجتماعية داخل عدد كبير من البلاد لدى فئات اجتماعية عريضة محرومة من مقومات الحياة



إبداع النظرية العلمية يرتبط أساسا بقدرة أحد العلماء على تخيل علاقات تتجاوز الوقائع ، بحيث أن هذا العالم يتوصل الى نظريته نتيجة لقدرة على الاختيار من بين البدائل المتعددة المسيرة لكل الأشخاص . ويرى أن ارتباط الإبداع بشخصية المبدع يفسر ارتباط الازدهار ، في كل من الفن والعلم ، بالظروف المكانية والزمانية التي لا تقهر فيها شخصيات الفنانين والعلماء .

الا أن برونوفسكي يذهب الى التمييز بين الاكتشاف والاختراع من جهة وبين الإبداع الفني ، من جهة أخرى ، لأنه يرى أن « اكتشاف » أشياء كانت موجودة من قبل - مثل اكتشاف كريستوفر كولومبوس لجزر الهند الغربية ، و « اختراع » أشياء تعتمد على ادماج مجموعة من المبادئ التي سبق التوصل اليها مثل اختراع « جراهام بل » للتليفون ، كل منهما يختلف - في رايه - عن الإبداع ، الذي يرتبط بشخص المبدع ، كارتباط « عطيل » بشكسبير ، ورغم أن الدراما كانت ستوجد في العصر اليزابيثي ، حتى اذا لم يوجد شكسبير ، فإنه لم يكن من الممكن لاحد غير شكسبير - رغم اعتماده على الروائيين السابقين عليه - أن يكتب « عطيل » . ورغم أن كل عنصر من عناصر « عطيل » قد تناوله شعراء آخرون ، فإن ادماج شكسبير لهذه العناصر يجعلنا ازاء عقل شكسبير بالذات .

ولسوف نرى أن الاعتقاد الذي ساد بين ذوى النزعات الادبية والشاعرية والفلسفية بتفرد العمل الإبداعي (سواء كان مملا فنيا فقط أو فنيا وعلميا معا) وكذلك بتفرد شخصيات المبدعين ذوى الدرجات المرتفعة جدا من القدرة الإبداعية ، هذا الاعتقاد منع أصحابه من ادراك درجات متعددة ، ومظاهر مختلفة للقدرة على الإبداع .

لهذا فقد شعر عدد كبير من المؤسسات الصناعية الكبرى بالبلاد المتقدمة ، التي يعمل بها كثير من الباحثين العلماء والمهندسين من أجل تطوير إنتاجها ، بأهمية الإبداع ، وعقدت لهذا الغرض العديد من الاجتماعات والندوات دار الكلام في معظمها حول التساؤل عن الأسباب التي تجعل الخريجين من نفس الجامعات والمعاهد العلمية ، وذوى الدرجات التحصيلية المرتفعة والحاصلين على توصيات الإساءة وشهاداتهم بالجودة والتعريف ، يختلفون اختلافا عظيما فيما بينهم من حيث درجة إنتاجهم للأفكار الجديدة ، مع أن الجميع يعترف بالقيمة الاقتصادية الكبيرة للأفكار الجديدة الأصيلة .

ولا يخفى أن الحكومات في معظم الدول تضم عددا كبيرا من الموظفين ذوى المهن العلمية والفنية العليا ، مما يتطلب أساليب علمية لاكتشاف ذوى الامكانيات في الابتكار العلمى وتنميتهم ورعايتهم .

ومعظم التلكوى - فى البلاد التى تحرص على تنمية مواهبها الإبداعية - أن خريجي الجامعات يمكنهم أن يقوموا بالعمل الذى يتضمن أساليب سبق لهم أن تعلموها ، ويشعرون بالضيق وبالضياع عندما يدعون الى حل مشكلات تتطلب طرقاً وأساليباً جديدة لم يسبق لهم أن تعلموها (Guilford, J. P. 1950) هذا فى نفس الوقت الذى أصبح فيه مؤكداً أن الأعمال الإبداعية لها تأثيرها الكبير ليس على التقدم العلمى فحسب ، وإنما على المجتمع بأسره ، لهذا فان المجتمعات التى تعلمت كيف تبذل جهداً فى اكتشاف الأفراد الذين تبدو لديهم بوادر القدرة على الإبداع ، من أجل تنمية هذه القدرة لديهم وتشجيعهم يقبل أن تتقدم هذه المجتمعات وتتخذ موقعا حضارياً ممتازاً .

ومهما كان عدد الافراد المبدعين الذين يبرزون ضئيلاً ، فان ثلاثة أو أربعة من العقول ذات القدرة الفائقة على الإبداع يمكن أن تحقق

أو الملل الناتىء عن وقت الفراغ المتزايد فى عدد كبير من الدول المتقدمة نتيجة استخدام الأساليب التكنولوجية الحديثة فى الانتاج وتخفيض ساعات العمل ، مما يدفع الى محاولات لتوجيه النشاط الى مسالك للجهد الإبداعي يتذوق فيها الأفراد طعم المكافأة على العمل الحلاق (Guilford, J. P., 1959)

ولم يعد مستقبل الأمم الآن - فى عصر العلم والتكنولوجيا الحديثة - ، يعتمد على مجرد عدد القوى العاملة بها ، بل أصبح عليها أن تكافح من أجل ايجاد نوع ممتاز من العاملين ، وبخاصة الأفراد المبدعين من أجل مواجهة مشكلاتها الحيوية ، لأن الاعتماد على مجرد عدد العاملين ومقدار التسهيلات المادية ، أصبح باهظ التكاليف ، بل انه كثيراً ما ينبت عدم كفاءته واضاعته للجهد . لهذا لم تعد الصناعة الحديثة بحاجة الى مجرد زيادة عدد العاملين ، بل انها بحاجة الى زيادة عدد العلماء والمهندسين المبدعين .

وكما أن مجرد عدد العاملين وحدهم ليس هو العنصر الحاسم فى تقدم الأمم ، فان مجرد الحصول على الأدوات الحديثة لا يخلق العلماء .

وقد لاحظ بعض العلماء بحق أنه كلما زادت قدرة العالمِ قلت حاجته الى تسهيلات وأدوات لحل المشكلات ذات المستوى المحدد من الصعوبة ، وكلما قلت قدرته زادت حاجته الى تسهيلات وأدوات .

إلا أنه عندما تنخفض قدرة العالم عن حد معين فان الأدوات التى بين يديه - مهما كان مستوى تقدمها - لن تمكنه وحدها من حل مشكلاته . وهذا يعنى أننا دائماً بحاجة الى أفراد مبدعين ، لأن إنجازاتهم تتسم بجودة أكثر وتكاليف أقل (Taylor, C.W., 1964, P. 3 - 4.)

وتوضح هذه الزيادة الكبيرة في عدد البحوث والمقالات والكتب التي نشر عن الإبداع إذا علمنا أن جملة ما نشر عن الإبداع والموضوعات المتصلة به (التخييل - الاصاله - التفكير) في فترة حوالي ربع قرن - منذ صدور مجلة الملخصات السيكلوجية عام ١٩٢٧ حتى عام ١٩٥٠ - لم يتعد ١٨٦ بحا أو مقالا أو كتابا ، ومنذ انتصاف القرن العشرين وعدد البحوث في تزايد حتى أن ما ينشر الآن - في أوائل السبعينات - في عام واحد يكاد يقارب في عدده ما نشر في ربع قرن قبل عام ١٩٥٠ !! هذا عدا التقدم العظيم من حيث الصياغة العلمية لفروض البحوث ، وتطويع جوانب الإبداع للمنهج العلمى دون تشويهها ، وتقديم أساليب البحث وملاءمتها للظواهر التي ندرسها ، وتراكم النتائج بطريقة تثرى حصيلة الانسانية بالمعرفة العلمية بجوانب الإبداع وظروف تنميته .

وجدير بالذكر أن بعض دراسات أكاديمية لها قيمتها العلمية تمت في مصر - والبعض الآخر مازال يجرى معظمه تحت اشراف الاستاذ الدكتور مصطفى سويف ، وقد أمكن نشر هذه الدراسات على نطاق عالمى . ومثل هذه الدراسات من شأنها أن تفتح الطريق الى تطبيقات خصبة في المجتمع العربى إذا خلصت النوايا (*) .

وتستخدم جميع وسائل النشر المتاحة في نشر نتائج دراسات الإبداع ، أو امكانيات تطبيقها في الحياة العملية في عدد كبير من الدول . فهناك المجالات العلمية المتخصصة في علم النفس بوجه عام ، كما ظهرت عام ١٩٦٧

فروقا حاسمة بين بلد وآخر . وفى تاريخ التقدم الانساني بوجه عام ، فان أحد العلماء والمهندسين قد يكتشف بعض المبادئ أو يطور إحدى العمليات مما يؤدي الى ثورة صناعية ، بينما يقوم مئات آخرون من المهندسين والفنيين - المساوين له فى التحصيل العلمى - بإداء أعمالهم التي يكلفون بها بطريقة روتينية . وهذا يبرر الاهتمام بالمبدعين وان بدأ عددهم ضئيلا .

وتبرز أهمية الجهود التي تبذل فى اكتشاف الافراد المبدعين ورعايتهم اذا علمنا ان كثيرا من الوسائل الحديثة للانتقال والاتصال والانتاج يمكن ارجاعها الى عدد قليل من الافراد المبدعين .



٢ - مظاهر الاهتمام الحديث بالدراسات

العلمية للتفكير الابداعي :

يتزايد اهتمام المجتمعات الحديثة بالإبداع عاما بعد عام ، بعد أن وضح أن القدرة على الإبداع هى أساس التقدم فى أى مجال من مجالات النشاط الانساني فى المجتمع الحديث ، لهذا فاننا نلاحظ اهتماما كبيرا ببحوث الإبداع الاساسية النظرية والتطبيقية ، ويتمثل هذا الاهتمام فى تزايد عدد البحوث التي تقوم بها الهيئات والافراد فى مختلف البلاد أملا فى مغامر بعيدة المدى ، استثماراً لأموال وقوى بشرية بسيطة تتركز فى محاولة القاء الضوء على القدرات الإبداعية واكتشاف المبدعين فى مراحل مبكرة على أساس انهم ثروة قومية بل وانسانية عظيمة .

(*) وقد كانت هذه الدراسات أساسا لمحاولة تطبيق نتائج بحوث الإبداع فى مصر لتحسين طرق اختيار طلبة المعاهد الفنية العلمية التابعة لوزارة الثقافة - لكن هذه المحاولة الرائدة توقفت - رغم محاولات الفالين بها توضيح أسسها (سويف ١٩٧٠) ، لأنها كانت فيما يبدو أسبق من أن يتمثل أهميتها ودلالاتها معظم الذين أحاطوا بها ، ممن تجاهلوا أو فاقوموا ، لعدم تفهمهم لأسسها وما يمكن أن تجنيه من ثمار ، أو لجرد انها بدعة جديدة .

هذا فى حين ان نفس هذه الدراسات هى التي دفعت بعض الجامعات ومراكز البحوث بالسويد والمانيا الغربية الى الاستفادة من خبرة المشرف عليها عن طريق دعوته لتولى الاشراف على عدد من البحوث العلمية والتطبيقية بها .

التخصصات في تناوله ، فاهتم البعض أساسا بدراسة القدرات الابداعية لدى الراشدين ، ومن ابرز هؤلاء « جيلفورد » وتلامذته بجامعة جنوب كاليفورنيا .

واهتم البعض الآخر بالابداع العلمى والمحكات السيكولوجية والاجتماعية للتنبؤ به لدى الافراد واهم هؤلاء الباحثين « كالفن تيلور » بجامعة يوتاه واهتم معهد تقدير الشخصية وبحوثها - بجامعة كاليفورنيا - بالفروق الفردية والخصال التي تميز مجموعات النابغين من المهندسين المعماريين والعلماء والادباء وعلماء الرياضيات والضباط والجنود عن غير النابغين ، ومن ابرز الباحثين في هذا المعهد : « دونالد ماكينون » ، « ووينشسارد كرتشفليد » و « وفرانك بارون » .

كما اهتم « مركز بحوث كفاءة الجماعة » بجامعة الينوى بالظروف التي تزيد من السلوك الابداعي لدى أعضاء الجماعات الصغيرة .

واهتم آخرون بالابداع لدى المراهقين ، كما فعل جترلز وجاكسون بجامعة شيكاغو . واهتم **بول تورانس** - أستاذ علم النفس التربوي بجامعة مينوسوتا وأخيرا بجامعة جورجيا بجوانب النبوغ ومظاهر السلوك الابداعي لدى الاطفال ، ابتداء من سن الحضانة حتى التعليم الثانوي ، كما اهتم بنمو القدرات الابداعية في مراحل العمر المختلفة لدى الاطفال ، ونمط اتجاهات الآباء والمدرسين التي من شأنها اعاقا أو تدعيم التفكير الابداعي لدى الإبناء ، فضلا عن اسهام (تورانس) في عدد كبير من مؤتمرات الابداع ، فقد نظم هو نفسه عددا منها في مينوسوتا ، كما انشأ أخيرا معهداً لتنمية النبوغ الابداعي لدى الاطفال بجامعة جورجيا .

واهتم في الفترة الاخيرة عدد من الباحثين بعلاقة الابداع بمراحل العمر على امتداد مراحل الحياة ، من أجل اكتشاف أكثر

مجلة علمية متخصصة « للسلوك الابداعي » فقط . ومجلات ونشرات لغير المتخصصين في علم النفس ممن يقومون بتطبيق نتائج دراسة الابداع وعلى رأسهم المعلمون في مختلف المستويات ، والمديرون . الخ .

هذا فضلا عن النشرات العلمية المحدودة للمشاركين في المؤتمرات العلمية المتخصصة عن الابداع ، أو أعضاء البرامج التدريبية أو طلبة الدراسات العليا في علم النفس .

وقد انعكس هذا الاهتمام الكبير في العدد الكبير للمؤتمرات التي خصصت للابداع ، والتي اهتم بعضها بمناقشة أبعاد التفكير الابداعي وجوانبه ، وطرق التعرف على المبدعين واكتشافهم في ضوء ما تم انجازه من بحوث ، كما هو الحال في مؤتمرات جامعة يوتاه المتتالية منذ عام ١٩٥٥ . وقد تركزت معظم الجهود في هذه المؤتمرات على تحسين أساليب اكتشاف ورعاية العلماء المبدعين .

واهتمت مؤتمرات أخرى بضم تخصصات ومدارس مختلفة من السيكولوجيين لابرار جوانب الابداع من وجهة نظر كل منهم (Anderson, H., 1959)

وعنيت المؤتمرات في الفترة الاخيرة بمحاولة وضع نتائج البحوث موضع التطبيق في مجال التربية ، سواء في سن ما قبل المدرسة كما هو الحال في مؤتمر كلية « ماكلاستر للطرق التربوية لتنمية الابداع في المنزل (Williams, F., 1968) ، ومؤتمرات جامعة مينوسوتا لتنمية المواهب الابداعية لدى الاطفال .

وقد خصص بعض هذه المؤتمرات لطرق استخدام وسائل التعليم والاتصال في تنمية الابداع ، وما يمكن استحداثه في هذا الشأن من أساليب ووسائل لتنمية الابداع . (Taylor, C. W., William, F., 1966)

وقد تشعب الاهتمام بالابداع وتنوعت مناهج البحث فيه وظهرت أنواع من

وفيما يلي أهم عقبات دراسة الإبداع دراسة علمية :

أ - التشكك في القدرة على ادراك كنه « عملية الإبداع » ، أو طريقة العقل في الإبداع ، أما اعتقاداً بأن العقل لا يستطيع بحكم تكوينه وأساليبه في الفهم والتحليل أن يصل الى كنه عملية الإبداع والاختراع في انبثاقها وعدم قابليتها للقسمة ، وعلى أنه يفسد هذه العملية ويشوهها عند محاولة تحليلها لفهمها - كما ذهب الى هذا الفيلسوف الفرنسي « هنري برجسون » (Bergson, H., 1948, P. 165) أو اعتقاداً بأن مجرد محاولة ملاحظة الفرد لنفسه أثناء عملية الإبداع من شأنها أن تجعل هذه العملية تنقلص ، وفي هذا يقول الفيلسوف الألماني (كانت) في كتابه الانثروبولوجيا : ان القوى النفسية عندما تعمل فان المرء لا يلاحظ ذاته ، فاذا لاحظ الشخص نفسه توقفت هذه القوى !

وقريب من هذا اعتقاد كثير من الفنانين منذ زمن بعيد أن العمل الفني موهبة يمكن فقدانها اذا تحدث الشخص عن أسرارها . ويرجع البعض أنواع عدم السواء الذي عرف به الفنانون ، الى قلق الاعتماد على الارواح الملهمة التي قد لا تتلقى أوامر بالإبداع ، مما يؤدي الى مخاوف فقدان المقدرة وسرعة الاستشارة واليأس والضيق من الانتظار ، وهوس الابتهاج بالنجاح والقيام بأنواع من الطقوس المتقنة اللازمة لخلق الظروف المناسبة « لتحضير » ارواح الإبداع والالهام . ومن هنا يرى البعض أنه لا يبلغ انسان عاقل مرحلة الصدق في النبوءة والالهام ، لأنه اذا استقبل الكلمة الملهمة فانه اما أن يحجز عقله ويدعه نائماً ، أو يجن مؤقتاً عن طريق اضطراب مزاجه ، لهذا يشير افلاطون في محاوره فيدروس الى أنه ليس من قبيل المصادفة أن يشار في اللغة اليونانية الى كل من النبوءة والجنون بنفس الكلمة (maniké) ويذكر أن جنون الشعراء

المراحل العمرية خصوبة في الانتاجات الإبداعية (Arasteh, A., 1968)

وقد انتشر في السنوات الاخيرة الاهتمام بالتربية الإبداعية ومن أبرز الجهود في هذا السبيل جهود معهد التربية الإبداعية التابع لجامعة ولاية نيويورك (بوفالو) الذي يعد مركزاً قومياً أمريكياً للإعلام والتدريب على طرق التدريس التي تساعد على تنمية المهارات الإبداعية في التفكير وحل المشكلات بطرق مبتكرة ، وكذلك جهود مركز بحوث تنمية التعليم بجامعة وسكونسن ، حيث توجد برامج خاصة للتربية الإبداعية .

هذا بالإضافة الى جهود عدد كبير من الباحثين التجريبيين في اتجاه تنشيط وتنمية التفكير الإبداعي بوجه عام ، والتفكير الذي يتسم بالإصالة والجدة بوجه خاص ، ومن أبرز هؤلاء « ارفن مالتزمان » وزملائه بجامعة كاليفورنيا (لوس انجيلوس) وريتشارد كرفيلد ومارتن كوفنجنون بجامعة كاليفورنيا (بركلي) .



٣ - عقبات واجهت الدراسة العلمية للتفكير الإبداعي :

على الرغم من شدة الاهتمام الحديث بالدراسة العلمية للتفكير الإبداعي فقد واجه هذا النوع من الدراسة عقبات أخرى نموها فترة طويلة من الزمان ، حتى انتصاف القرن العشرين ، حيث كان الباحثون يتجنبون التعرض لدراسة هذا الموضوع ، لأنه كان يبدو غير قابل للدراسة وغامضاً ويؤدي الى اضطراب التفكير العلمي للخريجين من الدارسين وافساده ، مما جعل معظم الدراسات التي أجريت - قبل اهتمام جيلفورد ومعاونيه بالتخطيط الشامل لدراسة القدرات الإبداعية عام ١٩٥٠ - دراسات هامشية (May Rallo, 1959, P. 55)

الابداع من ناحيه اخرى ، وحسب اختلاف ايقاعات الابداع لدى الفرد الواحد ، التي تجعل اداء نفس الفرد يختلف اختلافا كبيرا من وقت لآخر .

الا ان ملاحظة افعال اقل في درجة براعتها وامتيازها . وملاحظة الفروق بين الافراد في الاداء الابداعي ، والخطوات العامة لعملية الابداع لدى المبدعين في مجالات مختلفة مكنت الباحثين من اقامة محكات موضوعية لدرجة الابداع لدى الافراد ، ومن التنبؤ بالاداء الابداعي قبل حدونه ، ومعرفة المراحل والظروف التي ينشط فيه التفكير الابداعي وتلك التي يتعثر فيها .

ج - والتركيز على بحوث التعلم ، على الرغم من اهميتها ، كان من اسباب اهمال دراسة مسكلات الابداع . ذلك ان الكثير من بحوث التعلم اجري على حيوانات دنيا ، حيث لا توجد غالبا علامات الابداع . وقد واجه اصحاب هذه النظرية صعوبة بالغة في تفسير سلوك الاستبصار (٢) حيث يحدث ادراك مفاجيء ومباشر لحل المشكلة مما يشبهه في بعض جوانبه السلوك الابداعي .

واذا كان من الصواب ان نقول ان الفعل الابداعي حالة من حالات التعليم ، لانه يمثل تفرقا في السلوك يرجع الى المنبه والاستجابة فان النظرية الشاملة للتعلم كان ينبغي ان تضع في حسابها كلا من الاستبصار والنشاط الابداعي .

ويرجع عجز بحوث التعلم عن دراسة جوانب الابداع الى تأثيرها الكبير بالنظرية السلوكية بصورتها الفجة المبكرة ، حيث كان يتركز الاهتمام بتحديد العلاقة بين منبه صريح واستجابة صريحة ، اي باكتشاف ماذا يفعل الكائن الحي عندما ينبه بطريقة معينة .

مثل جنون الانبياء تحركه ربات الشعر ويوقظ جنونهم الملهم نزعته الشعرية !

يضاف الى هذا ان انتاجات التفكير الابداعي - سواء تمثلت في اعمال فنية تثير الدهشة لما تتميز به في بنائها ومعناها وكمالها واتاريتها للانفعال ، او تمثلت في قوانين او مبادئ علمية ذات صيغ رياضية - هذه الانتاجات الابداعية تبدو مختلفة عن انتاجات الحياة اليومية العادية ، وبالتالي اعتقد كثيرون انها لا بد وان تكون نائجة عن انواع من التفكير لدى الفنانين او العلماء يختلف عن تفكير بقية الناس ، وصادرة عن عمليات عقلية تختلف تماما عن العمليات العقلية التي تنتج عنها الاعمال العادية .

على ان امتداد اسلوب التفكير العلمي في العلوم الطبيعية الى علم النفس ، حمل معه شجاعة النظر بطريقة علمية الى كل انواع نشاط العقل الانساني ، وامكان دراستها دراسة علمية ، مع اختيار او ابتكار الاساليب الملائمة لهذه الدراسة . وكما ان القوانين في المجتمع الديموقراطي تطبق على جميع المواطنين بغض النظر عن مستواهم الاجتماعي او الاقتصادي ، فان قوانين التفكير يمكن ان تنطبق على كل من تفكير المبدعين وتفكير الاشخاص العاديين ، لان تفكير كل منهم لا يختلف عن الآخر الا من حيث درجة خصائص الابداع فيه .

ب - وقد حال دون دراسة التفكير الابداعي صعوبة اقامة محل عمل للابداع ، بطريقة تمكن من التنبؤ به وملاحظته . لان الافعال التي لا شك في براعتها نادرة جدا وعارضة حسب ما تقدمه البيئة من فرص من ناحية وحسب الفروق بين الافراد في القدرة على

مطالباً بالتجديد أو التأمل أو الاختراع أو
الاتيان بحل طريف ، بل يحتمل أن يصحح
الحل - إذا كان طريفاً - على أنه خطأ -
(Getzels J. W. & Jackson, Ph.W.,
1962, p. 14)

**أما التفكير الإبداعي فهو في أساسه تفكير
افتراقى تفييرى (٦) يتميز ببحث وانطلاق في
اتجاهات متعددة ("b", Guilford, J. P., 1957)**
أى يتميز بالتعامل بطريقة مبتكرة طريفة مع
الرموز اللغوية والرقمية وعلاقات الزمان
والمكان . وهذا النوع من التفكير التفييرى هو
ما غفلت عنه اختبارات الذكاء الشائعة ، رغم
أن الملاحظة العامة تلح علينا أن نميز بين مجرد
المعرفة والاكتشاف ، بين القدرة على التذكر
والاسترجاع والقدرة على الابتكار أو الاختراع .

ورغم وجود بعض الارتباطات بين ما تقيسه
اختبارات الذكاء وبعض القدرات الإبداعية ،
فإن دلائل كثيرة تؤكد الشك في تفضية اختبارات
الذكاء لأنواع الامتياز العقلى التى تمثلها
القدرات اللازمة للتفكير الإبداعي . وقد دعم
هذا الشك أن الدراسات التتبعية التى أجراها
ترمان L. M. Terman على حوالى ألف طفل من
ذوى الدرجة المرتفعة جداً فى الذكاء والذين
وصلوا الى مرحلة النضج وحققوا تفوقاً تعليمياً
ومهنياً وتوافقاً اجتماعياً - لم تثبت لديهم من
الدلائل ما يشير الى أنه سيخرج من بينهم
أمثال داروين أو اديسون أو شكسبير أو جوته
أو تولستوى أو أوجين أو نيل . . . مع أنهم
بلغوا مرحلة العمر التى تعد أكثر المراحل
خصوبة وإبداعاً ، إذ كانوا عام ١٩٤٥ قريبين
من سن الخامسة والتلاتين .

وبدلاً من أن يرتقى جيلفورد فى احضان
الياس من أى امكانية لدراسة الابداع - كما
فعل برجسون - فانه مع ابرازه جوانب
القصور بالمناهج المستخدمة فى بحوث التعليم -
اقترح تناولاً بديلاً ، استخدمه فى بحوثه عن
الابداع ، هو تناول الابداع من خلال التأكيد
على مفهوم السمات (٣) التى هى خصال
للأفراد تتصف بالدوام النسبى ويشترك
الأفراد فى الاتصاف بها ، ولكن بدرجات
مختلفة . وعلى الباحث هنا ان يكتشف هذه
السمات للابداع من ناحية ، ثم يحدد درجة
كل فرد على كل سمة من ناحية أخرى .

د - الخلط بين الابداع والذكاء : ومن أهم
الأسباب التى عاقت نمو دراسات الابداع
توحيد كثير من السيكلوجيين بين مفهومى
الابداع والذكاء . ومن هنا كان استخدام
اصطلاح « عبقرى » (٤) الذى نشأ أصلاً
لوصف الشخص المتميز بانتاجه الابداعي
لوصف الطفل ذى الذكاء المرتفع جداً . هذا
على الرغم من أن **نوع التفكير الذى تستثيره
معظم اختبارات الذكاء تفكير النغائى تفييرى (٥)**
تعد فيه نتيجة معينة ، او اجابة بعينها ، هى
الاجابة الوحيدة الصحيحة ، وعلى التفكير أن
ينصب فى مسار هذه الاجابة وفى اتجاهها
(Guilford, J. P., 1957 "b") ، وفى كثير من هذه
الاختبارات ينبغى على الشخص أن يجيب على
منبه له اجابة واحدة صحيحة (مثل : ٢ × ٢ =
٤ ، اذا كان أحمد أطول من على ، ومحمد
أطول من أحمد ، فمن يكون أقصر الثلاثة ؟)
وفى مثل هذه الاختبارات لا يكون الشخص

Traits	(٣)
genius	(٤)
Convergent Thinking	(٥)
Divergent Thinking	(٦)

الحقائق ، ولكنه يستطيع استخدامها بطريقة مرنة ومزجها بطرق مبتكرة ، ويكون لديه الدافع لتعلم حقائق جديدة هو الذى يتوقع أن يكون مبدعا (Stein, M.I., 1962)

ومن الامثلة الصارخة على ان مجرد تراكم المعلومات لا يكفي للأداء الابداعي ما حدث « باستور » عالم الكيمياء والاحياء المجهرية (٧) الفرنسى (١٨٢٢ - ١٩١٢) بعد ان تمكن من الحصول على سمعة طيبة كباحث ، عندما دعا الى العمل فى مشكلة متصلة بامراض دودة الحرير ، ولما قام باجراء مقابلة معه - فى البداية - أحد خبراء دودة الحرير ، فوجيء بجهل « باستور » فى هذا المجال وان معلوماته مبدئية . ومع هذا فان باستور - وليس الخبراء - هو الذى توصل الى حل مفيد . لأن فى مثل هذه الحالات - غالباً - يحتاج الابتكار الى حد ادنى من المعلومات المتصلة بالموضوع ، مصحوبه بقدر من القدرات العقلية الابداعية ، ومن الخصال الدافعية ، بدونها لا يمكن للعمل أن يكون ابداعيا Taylor, C.W., 1964

ومن هنا تأخرت المعرفة بأبعاد الابداع عندما خلط الباحثون بينه وبين الذكاء .

وإذا كان قد وضح الآن ان اختبارات الذكاء التقليدية لا تتناول الا جزءاً محدوداً جداً من الذكاء الانسانى (Guilford, J. P., 1956) فان هناك من المبررات ما يدعى الى الارتفاع عن محاولة التفضيل بين أحد اثنين : « ابداع » أو « ذكاء » ، سيما وأن من الممكن تصور القدرات الابداعية - وكذلك القدرات العقلية التى تقيمها اختبارات الذكاء التقليدية - على انها تمثل أجزاء فى تنظيم عقلى شامل ، سوف نعرض لأبعاده الأساسية كما تصور هاجيلفورد ، فى الفقرة القادمة التى سنتناول القدرات الابداعية .



وقد اعترف « تيرمان » عام ١٩٥٤ بأن عدد العلماء النابغين فى مجموعته يماثل ما يتوقع ظهوره من عدد عشوائى من الجمهور العام (Terman, L. M., 1954) وإذا كان من المعروف أن **التحصيل المدرسي** يستخدم كمحك لصدق اختبارات الذكاء ، فمن المنطق ألا **يتطابق التحصيل مع الابتكار** .

وقد ايدت بحوث **جيلفورد** ومعاونيه وجود قدرات ابداعية مستقلة عن القدرات العقلية التى تقيسها اختبارات الذكاء ، وخاصة بعد ظهور عوامل القدرات الابداعية - كالأصالة ، والمرونة التلقائية والتكيفية ، والحساسية للمشكلات والطلاقة - مستقلة عن القدرات التى تمثلها اختبارات الذكاء - كالفهم والاستدلال

(Guilford, J. P. et al, 1957, "a", Kettener, N. et al, 1959)

ولا يعنى هذا عدم أهمية الذكاء للأداء بوجه عام وللأداء الابداعي بوجه خاص ، إذ لا يتوقع الابداع مع انخفاض الذكاء الذى يمكن صاحبه من فهم الرموز والأشياء والمواقف ، وتناولها بطريقة معقولة قبل أن يعيد تشكيلها أو تشكيل سلوكه ازاءها بطريقة مبتكرة (Burt, C., 1962) . **فهناك مستوى معيناً من الذكاء لا يقل عن المتوسط يلزم للابداع** ، أى انه إذا كان مستوى الذكاء الذى يلزم لاكمال الدراسة باحدى الكليات يلزم أيضاً للعمل الابداعي ، فان توافر هذا المستوى من الذكاء لدى شخص معين لا يعنى انه سيصبح مبدعا ، لأنه ليست **العبرة بما نملك من قدرات وإنما بما نعمل بهذا الذى نملكه** . وعلى هذا فان الشخص الذى يقوم ذكاؤه أساساً على تمثل عدد من الحقائق المفككة ، أو تحصيل ما يلقنه من معلومات ، لا يتوقع أن يكون مبدعا ، بينما الشخص الذى يكون لديه قدرة على تمثل عدد أقل من

٤ - القدرات الإبداعية :

ليس الإبداع قدرة واحدة بسيطة ، ولا ينبغي أن يخدمنا استخدام اصطلاح واحد للتعبير عن « الإبداع » فنتوهم أنه يشير الى شيء واحد ، اذ لا يوجد شخصان مبدعان بنفس الطريقة ، فبالإضافة الى الفروق في درجة ما لدى الأفراد في كل عامل من عوامل الإبداع - في المجال الواحد - مجالات النشاط - توجد فروق كيفية في نوع النشاط الذي تتجلى فيه القدرات الإبداعية .

لذا ، نلاحظ مع « سيريل برت » أنواعا من العبقرية - أو الدرجة الفائقة في الإبداع - تختلف باختلاف المجالات التي يتجلى فيها السلوك الإبداعي ، والقدرات اللازمة للإبداع في كل من هذه المجالات ، وطبيعة العملية الإبداعية والمؤثرات الداخلية والخارجية فيها ، والسمات الشخصية والعوامل الدافعة الى الإبداع ، والسياس الاجتماعية التي يحيط بالانتاج الإبداعي .

ولهذا نجد أن إبداع العبقرية العلمية لدى نيوتن وفراداي أو ابن الهيثم وجابر بن حيان ، يختلف عن إبداع العبقرية الفنية لدى ميخائيل أنجلو وبيتهوفن ، بل انه لتختلف طرق التناول الإبداعي التي تعالج بها الموضوعات المختلفة في المجال الواحد من النشاط الإبداعي ، فالخصوبة القصصية ذات للمحات الاجتماعية لدى « دكتور Ch. Dickens » أو نجيب محفوظ تختلف عن خصوبة كل من « ثاكيري W. M. Thayer » و « جورج اليوت G. Eliot » « وأبو حديد وباكثير » التي تتخذ من التاريخ مصدرا أساسيا للأحداث والأبطال . كما أن أصالة « براوننج R. Browning » « أو أبي العلاء في الشعر

الفلسفي تختلف عن أصالة شعراء القصص مثل « تينيسون A. Tennyson » و « شوقي » أو « بلاك W. Blake » و « عمر الخيام » وإبداع « رودان Rodin » المتأثر الفرنسي ذي النزعة الواقعية ذات الفعالية يختلف عن إبداع الفنانين التشكيليين السرياليين . بل انه ليلحظ أن الأعمال الإبداعية - علمية كانت أو فنية - التي تصدر عن فرد مبدع في ظروف معينة ، قد تختلف كثيرا ، في جوانب الإبداع الأساسية ، عن أعمال أخرى صدرت عن نفس الشخص في ظروف أخرى ، ومثال ذلك ما نلاحظه من أوجه الاختلاف بين ثلاثية نجيب محفوظ وبين بعض قصصه الأخيرة كالشحات واللص والكلاب .

وقد أثبتت الدراسات السيكولوجية - التي تعتمد على المنهج الإحصائي المسمى بالتحليل العاملى (*) - وجود عدد كبير من القدرات التي تسهم في الأداء الإبداعي ، مع ملاحظة أن القاعدة ، وليس الاستثناء ، أن يكون لدى الشخص المبدع قدرات إبداعية مرتفعة وقدرات أخرى منخفضة ، أما الشخص الذي تكون قدراته الإبداعية جميعها ، تقريبا ، مرتفعة - مثل ليونارد دافنشي ، وابن سينا - إنما يمثل استثناء نادرا .

والقدرات الإبداعية هي القدرات العقلية التي يلزم توافرها للأشخاص حتى يقوموا بأنواع السلوك الإبداعي .

ورغم أن عددا من الباحثين ظل - وما زال - يعتقد أن دراسة الإبداع لا تصلح إلا بعد أن يكون قد تحقق فعلا ، ووجد تعبيراً عنه في إنتاجات محددة - كمبان ضخمة أو براهين رياضية أو أشعار أو قصص ... الخ .

(*) التحليل العاملى (Factor Analysis) منهج إحصائي ، يمكن بواسطته وصف البيانات ، وهي هنا الاختبارات السيكولوجية ، مع إبراز الفئات أو المكونات الرئيسية التي تصنف اليها . كما يمكن من خلال ، التحقق من بعض الفروض المتعلقة بعلاقة الإخبارات ببعضها ، أو علاقتها بمكونات سيكولوجية مفترضة ، وقد يثبت التحليل العاملى صحة هذه الفروض أو بطلانها .

ج - مظهر نقدي أو تقويمي : يتجلى في نظر الفرد فيما يتم انتاجه - سواء كان هو المنتج أو غيره - واعطاؤه قيمة معينة ، بناء على محكات في ذهن الشخص المبدع .

وهذه المظاهر لا تمثل مراحل متعاقبة اذ انها تتفاعل وتتداخل خلال عملية الابداع . فمثلا الحساسية للمشكلات قد تكون بداية لانتاج ابداعي ، كما ان لها اهميتها في تقويم الشخص المبدع لانتاجه الابداعي .

والآن نتناول بقدر من التفصيل - القدرات التي تساعد على الابداع في مختلف المجالات ، والتي تتوفر لدى معظم الناس بدرجات متفاوتة :

١ - الحساسية للمشكلات (أ) :

تبدو هذه القدرة في كل مظاهر السلوك التي تصدر عن الفرد وتنبىء بأنه يشعر بأن الموقف الذي يواجهه ينطوى على مشكلة أو عدد معين من المشكلات يحتاج الى حل ، أو أن هذا الموقف ليس موقفا مستقرا بل يحتاج الى احداث تغيير فيه لأنه يشتمل على مشكلة تحتاج الى حل . وهذه المشكلات تأخذ اشكالا مختلفة في المواقف المختلفة : فقد تأخذ طابع الدوق الفني التشكيلي : قد أدخل حجرة فأدرك فوراً أنها تنطوى على مشكلة من ناحية التلوين اذ أن لون الجدران غير مناسب للون السقف أو للون الأثاث وبالتالي أشعر بالحاجة الى أحداث تغيير في هذه العلاقة اللونية . وقد أدخل معرضاً فأجد صورتين متقاربتين فأشعر بأن العلاقة بينهما كانت تقتضى أن تكون كل منهما على مبعده من الأخرى وليس على مقربة منها ، وهنا يثير لدى الاحساس بالمشكلة دافعا الى التغيير .

وقد تتمثل المشكلة في نوع من التعبير الأدبي أو الشعري أو التصويري أو الانفعالي ، أو

الا أنه ابتداء من اعلان جيلفورد عام ١٩٥٠ في خطاب رئاسته لجمعية علم النفس الامريكية عن مشروعه لدراسة القدرات الابداعية دراسة منظمة وشاملة للكشف عن السمات التي تظهر في السلوك الابداعي لدى العلماء عندما يقومون بالاختراع والتصميم والانشاء والتخطيط ، يتزايد عدد السيكلوجيين الذين يرون أن الدراسة العلمية للابداع ينبغي أن تساعد على التنبؤ به قبل حدوثه بالفعل ، بحيث لا تضيع فرصة اكتشاف الاشخاص المبدعين ورعايتهم منذ المراحل المبكرة من حياتهم .

وقد اعتمد هذا الفريق من السيكلوجيين على تصميم اختبارات تمثل عينة من السلوك الابداعي يمكن أن تساعد على اكتشاف هذا السلوك والتنبؤ به . لأنه اذا كانت وفرة الانتاج هي القاعدة ، لا الاستثناء لدى الأشخاص الذين ينتجون بعض الافكار الواضح أصالتها ودقتها ، فان من الأرجح أن من ينتجون بعض هذه الافكار في موقف الاختبار المحدد بزمن قصير - يتراوح بين عشرة وخمس عشرة دقيقة - سينتجون قدرا كبيرا منها في مواقف الحياة القادمة .

وفيما يلي عرض لأهم القدرات الابداعية التي أمكن لجيلفورد ومعاونيه اكتشافها بالاستعانة بمنهج التحليل العاملى :

وتتوزع هذه القدرات على ثلاثة مظاهر اساسية للنشاط العملي الابداعي :

أ - مظهر استقبالي : استقبال المنبهات المحيطة التي يتلقاها الفرد من حواسه وخبراته .

وهنا نجد القدرة على الحساسية للمشكلات .

ب - مظهر انتاجي : يتجلى في انتاجات ابداعية لها خصائص معينة . وهنا نجد القدرات الثلاثة ، الطلاقة ، المرونة ، والأصالة .

يتصل برؤية المشكلات الماثرة القريبة، وعامل آخر يطلق عليه اسم « عامل النفاذ (٩) » ويتصل بالقدرة على ادراك ما وراء المشكلات الواضحة من نتائج بعيدة .

والواقع أن القدرة على الحساسية للمشكلات من أهم قدرات الذكاء الابداعي إذ لا سبيل الى أى انتاج ابداعي بدون الاحساس بمشكلات توثق صاحبها في مجال ابداعه ، مما يدفعه الى تجاوز هذه المشكلات بانتاجات ابداعية .

وتشير الدراسات الحديثة الى وجود علاقة بين القدرة على الحساسية للمشكلات وبين السمة المراجعة التي يطلق عليها « تحمل الغموض (١٠) » . أى تحمل الشخص للتوتر الناتج عن محاولة تفهم موقف لم يسبق له معرفته دون محاولة الهروب منه ودون التسرع بفهمه بنفس طريقة فهمه للمواقف المعروفة له من قبل ، دون محاولة التعرف على خصائصه النوعية .

٢ - الطلاقة (١١) :

هناك شواهد عديدة من تاريخ المبدعين تدل على أن المبدعين يكون لديهم غالباً فيض من الأفكار والمقترحات ، لأن الشخص الذي ينتج عدداً كبيراً من الأفكار خلال وحدة زمنية معينة يكون لديه غالباً - في حالة تساوى الظروف الأخرى - فرصة أكبر لكي ينتج عدداً كبيراً نسبياً من الأفكار الجيدة . لذا فمن المرجح أن يتميز الشخص المبدع بالطلاقة في التفكير أى بانتاج عدد كبير من الأفكار أو التصورات في وحدة زمنية محددة .

الصياغة العلمية لاحدى قضايا العلم ، أو احدى القضايا المنطقية ، أو بعض المواقف الاجتماعية التي تدرك على أنها تتضمن مشكلة من المشكلات ، وهذا الإدراك نفسه يثير دافعا الى التغيير أو التعديل .

ويختلف الناس في حساسيتهم للمشكلات . ولا يهتم السيكولوجيون أساساً - عند قياس هذه السمة - بكيف تحدث الفروق بين الأفراد في الحساسية للمشكلات ، كما لا يعنون بمناقشة ان كانت هذه الصفة قدرة عقلية أم سمة مزاجية وانما يعينهم أساساً أنه في موقف معين يرى شخص معين أن هناك عدة مشكلات، بينما الآخرون من حوله قد يرون هذا الموقف واضحاً لا يدعو الى التساؤل ولا يثير اشكالا ، وفي هذا يكمن الفرق بين العالم الذي يرى الموقف ممثلاً لمشكلات علمية ، ومساعد المعمل الذي لا يرى أية مشكلات ، وبين الأديب الذي يمر على موقف أو مشهد أو نظام أو قاعدة بين القواعد الاجتماعية أو الادارية تثير لديه احساساً بعدة مشكلات تحتاج الى حلول كما يثير لديه عدة زوايا لتغيير الموقف ، بينما آخرون يشاهدون نفس هذا الموقف ويتعاملون مع هذه القاعدة الاجتماعية أو الادارية ولا تنير لديهم أى احساس بوجود مشكلة .

ومن هنا نرى أن الحساسية للمشكلات تظهر غالباً في شكل وعى بالنقائص أو العيوب في الأشياء أو المواقف ، مما يؤدي الى الاحساس بالحاجة الى التغيير أو الى حيل جديدة .

وقد أوضحت الدراسات السيكولوجية الحديثة وجود عامل للحساسية للمشكلات

Penetration (٩)

Intolerance of Ambiguity (١٠)

Fluency (١١)

٣ - المرونة في التفكير (١٦) :

وتتمثل في العمليات العقلية التي من شأنها أن تميز بين الشخص الذي لديه القدرة على تغيير زاوية تفكيره عن الشخص الذي يجمد تفكيره في اتجاه معين .

وقد اوضحت البحوث السيكولوجية وجود نوعين من المرونة في التفكير :

أ - المرونة التكيفية (١٧) :

وهي تلك التي تتصل بتغيير الشخص لوجهته الذهنية (١٨) ، لمواجهة مستلزمات جديدة تفرضها المشكلات المتغيرة ، مما يتطلب قدرة على إعادة بناء المشكلات وحلها خاصة في مجال الحروف والأرقام والأشكال . وكلنا شعر بأهمية هذا النوع من المرونة التكيفية عندما كان عليه أن يقوم بحل أحد تمرينات الهندسة ليبدأ بعض خطوات الحل ثم يتوقف تماما الى حين تغيير زاوية تفكيره أو زاوية نظره للمسألة وعندئذ فقط - عندما يدرك مثلا أهمية اقامة عمود بزواوية معينة - يتوصل الى الحل .

وقد تتبدى المرونة التكيفية في كثير من مواقف الحياة العملية حيث تواجه الشخص مشكلات عملية مثل الوصول الى سقف حجرة دون وجود سلم أو كرسي عن طريق الاستناد على كتف (أو يد) شخص آخر... الخ .

وقد تبين من الدراسات التي أجريت على « الطلاقة » وجود أربعة عوامل للطلاقة :

أ - طلاقة الكلمات (١٢) : في اللغة المنطوقة أو وحدات التعبير كاللفظ في لغة التصوير .

أي سرعة انتاج كلمات (أو وحدات للتعبير) وفقا لشروط معينة في بنائها أو تركيبها .

ب - طلاقة التداعي (١٣) : أي سرعة انتاج كلمات أو صور ذات خصائص محددة في المعنى .

ج - طلاقة الافكار (١٤) : أي سرعة ايراد عدد كبير من الافكار أو الصور الفكرية في أحد المواقف ، ولا يهتم هنا بنوع الاستجابة وجودتها وإنما يهتم فقط بعدد الاستجابات .

د - الطلاقة التعبيرية (١٥) :

وهي القدرة على التعبير عن الافكار وسهولة صياغتها في كلمات أو صور للتعبير عن هذه الافكار بطريقة تكون فيها متصلة بغيرها وملأمة لها .

وهنا ينبغي أن نشير الى أن تميز عامل الطلاقة التعبيرية عن طلاقة الافكار إنما يدل على أن القدرة على ايجاد افكار تختلف عن القدرة على صياغة هذه الافكار والتعبير عنها في كلمات أو صور مختلفة بأكثر من طريقة .

Word fluency (١٢)

Associational fluency (١٣)

Ideational fluency (١٤)

Expressional fluency (١٥)

Flexibility in Thinking (١٦)

Adaptive flexibility (١٧)

Mental set. (١٨)

ب - المرونة التلقائية (١٩) :

توفره الى جانب الجودة لكي يكون الانتاج أصيلا ، هو أن يكون مناسباً للهدف أو للوظيفة التي سيؤديها العمل المبتكر . فالسلوك الجديد والمناسب أو الذي يؤدي الى الهدف المنشود « بمهارة » يعد بحق سلوكاً إبداعياً أصيلاً . والجدة وحدها لا يمكن أن تدل على الإبداع لأن السلوك قد يتخذ شكل العمل الإبداعي بطريقة كاذبة لانخفاض درجة توافقه مع الموقف . ويتبدى هذا بوضوح في سلوك بعض المرضى العقليين الذين قد يصدر عنهم سلوك جديد في شكله ولكن غير مناسب للهدف ، ولا يخدم عملية التوافق ولا يتجه مع غيره من مظاهر السلوك الصادرة عن الشخص الى خدمة الهدف المحدد .

وتتمثل في حرية تغيير الوجهة الذهنية ، حرية غير موجهة نحو حل معين ، فيما يتصل بمشكلة محددة تحديداً ضيقاً . وتتطلب الدرجة الجيدة على هذه السمة تغيير الشخص لمجرى تفكيره وتوجيهه نحو اتجاهات جديدة بسرعة وسهولة ، بسبب واضح له أو غير واضح .

فالمرونة التلقائية اذن عبارة عن : فدرة عقلية (ويرجح احيانا انها استعداد مزاجي) لانتاج أفكار مختلفة ، مع التحرر من القيود ومن القصور الذاتي في التفكير الذي يمنع تغيير اتجاه التفكير .

وقد اعتقد البعض انه لا توجد جدة أو أصالة في فكرة معينة الا عندما تكون هذه الفكرة جديدة تماماً . أى أن احدا لم يفكر فيها قبل صاحبها ، ومن ناحية أخرى اعتقد البعض الآخر أن كل شيء يفعله الفرد يكون جديداً بما في ذلك ادراكاته المختلفة للعالم من حوله ، أى أن كل شيء يفعله الفرد يكون بالنسبة اليه فقط غريباً بطريقة ما ، وبالتالي أصيلاً وجديداً ، الا أن الاتجاه السائد الآن في الدراسات السيكولوجية للقدرة الإبداعية هو أن هاتين الوجهتين من النظر متطرفتان . فلا يمكن تقبل الاتجاه الاول ، اذ أنه فضلاً عن صعوبة فحص أفكار كل الناس حتى لحظة صدور الفكرة الاصلية عن شخص معين ، فان صدور فكرة أصيلة عن أحد العلماء أو الفنانين بعد صدورها عن غيره بلحظات أو أيام أو أسابيع أو شهور قليلة - دون أن تكون بينهما صلة - لا يعنى أنها ليست فكرة أصيلة لهذا يكتفي الآن في تقدير الاصلة بكون الفكرة « نادرة » أو غير شائعة الى جانب كونها مهارة . كما أنه لا يمكن تقبل الاتجاه الثاني ، لأنه من

نفرض مثلا اننى طلبت من شخصين أن يذكر كل منهما أكبر عدد من الاسماء ، قد يذكر الشخص « أ » عشرة أسماء مثل : حائط ، عمود ، بيت ، حجرة . . . الخ ، كلها أسماء لاشياء ، بينما يذكر الشخص « ب » أسماء مثل : حائط ، عمود ، ثم ولد ، ثم قط ، ثم عفة ، جمال ، مهارة . هنا نستطيع أن نقول أن الشخص « ب » لديه قدر أعلى من المرونة التلقائية لان الاتجاه العقلي لديه تغير في ثلاث زوايا : جماد ، كائنات حية ، ثم أسماء معنوية ، بينما الشخص « أ » ظل اتجاهه العقلي واحداً فلم يذكر الا أسماء نوع واحد هو المباني .

٤ - الاصلة (٢٠) :

ويعد الكثيرون الاصلة مرادفة للإبداع نفسه . ويقصد بهذه القدرة تلك المظاهر التي تبدو في سلوك الفرد عندما يبتكر بالفعل انتاجاً جديداً . فالاصالة تعنى الجدة أو الطرافة ، ولكن هناك شرطاً آخر لا بد من

Spontaneous flexibility (١٩)

Originality (٢٠)

فالنشاط الابداعي اثناء عملية الخلق في تقدم ثم اعادة نظر للتقويم . والمفروض ان تتوفر القدرة على التقويم بدرجة مرتفعة لدى النقاد حتى ينفذوا الى جوانب القوة والضعف في الاعمال الابداعية وحتى يستطيعوا ابرازها بوضوح .

اما عن موقع هذه القدرات بين جميع القدرات العقلية الاخرى ، فهذا ما حاول جيلفورد ان يوضحه من خلال « النموذج النظرى لبناء العقل » .

النموذج النظرى لبناء العقل :

حاول جيلفورد - عام ١٩٥٩ - على اساس العناصر المشتركة بين ما تم له اكتشافه من عوامل القدرات الابداعية التى بلغت حتى ذلك الوقت ٥٣ عاملا ، ووصلت عام ١٩٥٦ الى ما يقرب من ٦٠ عاملا - وعلى اساس ما يتوقع من عوامل عقلية اخرى ان يتصور بناء نظريا شاملا للعقل يتمثله شكل مكعب ، كما هو موضح بالشكل السابق ، يستوعب جميع القدرات العقلية . وذلك اعتمادا على ثلاثة اسس هي : -

(١) تصنيف عوامل القدرات العقلية أفقيا

على اساس العمليات العقلية التي تتم :

ويمكن تقسيم هذه العمليات العقلية الى خمس مجموعات من القدرات العقلية هي :

١ - **القدرات المعرفية** او الاكتشافية التى تتصل بقدرة الشخص على فهم القدرات ونحصيل معلومات جديدة او التعرف على معلومات قديمة والبحث عن علاقات واستنتاج فروض مما يعرض عليه من تنبیهات .

٢ - **قدرات التذكير** : فى الانتاجات والمضمونات المختلفة .

غير الممكن تصور الجدة والطرافة صعة للاعمال التى تتكرر من الشخص نفسه ، مما لا يقتصر على التسعير والاعمال الادبية والعلمية ، بل يدخل فى هذا الاحلام والهلوسات والادراكات خلال مواقف الحياة ، لان هذه النظرة لا تمدنا بأساس للتمييز بين الاسخاص الاكثر ابداعا والاقل ابداعا .

لهذا فقد رؤى انه من الاجدر النظر الى الاصاله كغيرها من السمات السيكولوجية للأفراد - على أنها سمة تمتد على بُعد متصل ومتدرج ، وهذا التصور يسمح بالمقارنة الخصبة بين الافراد بعضهم ببعض ، وبين أنواع السلوك المختلفة من حيث درجة ما يتنبى فيها من الاصاله .

٥ - القدرة على التقويم (٢١) :

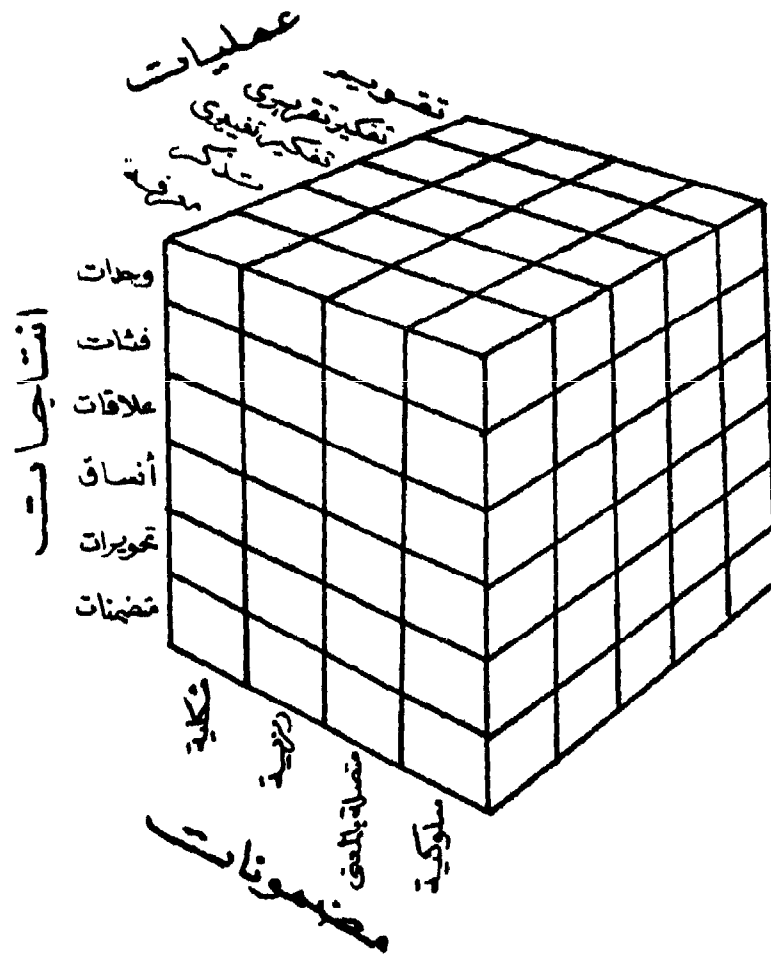
القدرة على التقويم عبارة عن وعى بانفاق شىء معين او موقف معين او نتيجة معينة او انتاج ابداعى معين مع ميعار او محك للملاءمة او الجودة .

وقد يكون التقويم **منطقيا** يعتمد على ادراك العلاقات المنطقية بين مواد لفظية بصوريه .

كما قد يكون **تصوريا ادراكيا** يتصل بمواد ادراكية ، كما قد يتصل بالخبرة فى المواقف الاجتماعية .

والقدرة على التقويم نفترض ان النشاط الابداعى المبتكر تم فعلا ثم يتجه اليه الشخص المبدع فيعيد النظر فيه - سواء كان هو منتجه او أنتجه شخص آخر .

وجزء هام من نشاط الخلق والابداع لدى كل من الفنان والعالم يتمثل فى اعادة النظر فيما ابداعه .



النموذج النظري للبناء الكامل للعقل

(ب) تصنيف العوامل حسب نوع المادة
أو المضمون الذي تجرى عليه العمليات العقلية
الى أربعة أنواع هي :

١ - **المضمون الشكلي (٢٢) :** الذى لا يحيل الى ما لا يتجاوز نطاقه ، ونحن ندركه - كصور - بحواسنا، ومن أمثلة المواد الشكلية : الحجم ، الهيئة ، واللون ، والموقع ، والنسيج ، وما نسمعه ، وما نشعر به من أشياء .

٢ - **مضمون رمزى (٢٣) :** ويشمل الحروف والمقاطع والكلمات ، والأرقام والرموز التقليدية الأخرى . وتشير « الرموز » عادة الى شىء آخر ، وتنتمى الى نسق عام مثل « حروف الهجاء » أو « نسق الأعداد » ، وإن كان من الممكن أن تتضمن رموزا شكلية أو تصويرية عندما يضمها نوع معين من الأنساق .

٣ - **المضمون المتصل بالمعنى (٢٤) :** يعالج المعاني . وكان جيلفورد من قبل يستخدم اصطلاحا تصوريا (٢٥) الا أنه أدى الى نوع من الفموض ، إذ قد تكون لدينا تصورات تشتمل على مادة شكلية ، كما فى حالة الفنان الذى يقول ان لديه تصورا لما يريد أن يرسمه ، كذلك قد تكون لدينا تصورات تشتمل على مادة رمزية ، كما فى حالة الرياضى الذى يتصور احدى المعادلات .

٤ - **المضمون السلوكي (٢٦) :** أى ادراك الاستعدادات النفسية لدى الآخرين ولدى

٣ - **القدرات التقريرية :** حيث الميل الى تقرير حل واحد صحيح أو استجابة واحدة، على التفكير أن يوجه فى مسارها واتجاهها .

٤ - **القدرات التغييرية :** حيث يتجه التفكير اتجاهات مختلفة ، ويتميز بأنه أقل تقييدا فى تحديد هدفه ، كما يتميز بحرية توجه التفكير الى عدة اتجاهات ، وقد تكون هذه الحرية كاملة حيث لا يكون هناك هدف محدد، أو يكون هناك هدف معين لكنه واسع يمكن بلوغه عن طريق عدد متنوع من الاجابات . ومن الخصائص الاساسية للتفكير التغييرى رفض الحلول القديمة والعتور على اتجاهات جديدة للتفكير من شأنها ترجيح نجاح التركيب الخصب ذى البناء الثرى . وهذا النوع من القدرات هو الذى يمثل بحق القدرات الابداعية .

٥ - **القدرات التقويمية :** وهى التى يكون لها تأثيرها فى تقرير جودة الانتاج وملاءمته وأهميته ونوعه . ورغم أن معظم الباحثين يرون أن للقدرات التقويمية أهمية خاصة فى المراحل الاخيرة لحل المشكلات ، فان من أهم خصائص نموذج « بناء العقل » - الذى يقدمه جيلفورد « اعتماد » كل العمليات على **التقويم** اعتمادا شاملا ، إذ أن عملية التقويم تساعد على انتقاء المعلومات فى المراحل الاولى، كما تساعد على رفض المعلومات أو قبولها فى عمليات المعرفة والانتاج .

Figural.	(٢٢)
Symbolic	(٢٣)
Semantics	(٢٤)
Conceptual	(٢٥)
Behavioral	(٢٦)

مكون من وحدات من المعلومات اجزائه متفاعلة مترابطة .

٥ - **تحويل** أو إعادة تحديد (٢١) ، أى نوع من التغير للمعلومات الموجودة أو المعروفة ، أو إعادة تأويلها .

٦ - **تضمين** (٢٢) ، أى نوع من تجاوز الاستقطاب (٢٣) والتعارض في المعلومات ، وقد يشمل هذا في مجال المعرفة توقع البوادر ومعرفة المقدمات (٢٤) والاستنتاجات (٢٥) .

وبهذا نستطيع أن ندرك أن كل حلية من خلايا نموذج « **بناء العقل** » تمثل نوعاً معيناً من القدرات ، لها ثلاثة أبعاد ، أى يمكن وصفها بنوع من **العمليات** ، ونوع من **المضمون** ، ونوع من **الانتاج** . ويتضمن هذا النموذج ١٢٠ خلية . ولهذا فهو يتنبأ بوجود ١٢٠ قدرة عقلية على الأقل ، على أن وجود خلية في مجال « المعرفة » - هي خلية معرفة الوحدات الشكلية - تشمل على ثلاثة أنواع من القدرات : « بصرية » ، و « سمعية » ومتصلة بمعرفة حركات الجسم (٢٦) (**) ، وكذلك وجود خلية في مجال « الذاكرة » تتضمن نوعين من العوامل الشكلية ، قد أوحى لجيلفورد أن يتوقع وجود أكثر من قدرة

أنفسنا ، والاستدلال من ظواهر السلوك عما وراءها ، مما يمثل معلومات على كل منا أن يتعامل معها . وتتفاوت قدرات الافراد على ادراك متساعر الآخرين أو على الادراك الاجتماعي أو ما يطلق عليه الذكاء الاجتماعي .

(ج) تصنيف عوامل القدرات العقلية على أساس « الانتاجات » :

وكل نوع من العمليات يمكن أن تصدر عنه ستة أنواع من الانتاجات أى أن الانتاج قد يكون :

١ - **وحدة** (٢٧) للمعلومات ، وهي عبارة عن جزء معزول أو محدود من المعلومات له طابع « الشيء » .

٢ - **فئة** (٢٨) ، وهي عبارة عن وحدات للمعلومات تجمعها بعض الخاصيات تنطبق على كل وحدة من هذه الوحدات .

٣ - **علاقة** (٢٩) ، أى صلة بين وحدات للمعلومات ، تعتمد على متغيرات تنطبق على كل وحدة من هذه الوحدات .

٤ - **نسق** (٣٠) ، أى مركب منظم ، أو بناء

Unit	(٢٧)
Class	(٢٨)
Relation	(٢٩)
System	(٣٠)
Transformation	(٢١)
Implication	(٢٢)
Extrapolarization	(٢٣)
Antecedents	(٢٤)
Conclusion	(٢٥)
Kinesthetic	(٢٦)

(**) يطلق اصطلاح (Kinesthetic) على الاحساسات التي تؤدي الى معرفة حركات الجسم أو أعضائه ، من خلال العضلات أو الأربطة أو المفاصل أو الأذن الباطنة .

له اثره في منحى الاختبارات وصقلها ، وهذا يمكن من استخدامها في كل من الانتقاء والتنبؤ (المهني والتربوي) كما يمكن استخدامها اكلينيكيًا ، وهو ما يطمح اليه كل علم من تطبيق نتائجه (المرجع السابق) .

لتفكير الابداعي والنموذج النظرى لبناء العقل :

التفكير الابداعي ابتكار ، والابتكار صورة من صور الانتاج . ويكاد يسود الاتفاق على اننا في الابتكار نبعد عن الاجابات المألوفة ، وبالتالي لا تكون النتائج محددة تحديدا لا تخرج عنه ، مما يشير الى فئة « الانتاج التغيري » التى ننضمّن عوامل : **الطلاقة ، والمرونة ، والأصالة** (التى ينظر اليها كنوع من المرونة) ، **والتفصيل** .

ولما كانت كل أنواع الانتاجات (الست) ، والموضوعات (الأربعة) تدخل في هذه الفئة ، فاننا نستطيع أن نجعل التفكير الابداعي معادلا للانتاج التغيري .

على أنه قد تبين حديثا أهمية قدرات « التعديل » او إعادة التحديد ، بالنسبة للتفكير الابداعي . ورغم أنها صيغت في « بناء العقل » على أنها من التفكير التقريرى . فانها تمثل تغييرات أو تعديلات في التفكير ، وإعادة تأويلات وحرر من « التثبيت الوظيفى (٢٨) » فى اشتقاق الحلول الفريدة ، لهذا يتوقع أن تسهم فئة « التحويل » فى التفكير الابداعي .

نم ان التفكير الابداعي - بالمعنى الواسع - يمكن أن يشمل قدرات أخرى غير قدرات « الانتاج التغيري » ، و « التعديل » أو إعادة التحديد . « فعامل » الحساسية للمشكلات « الذى افترض أنه ذو أهمية للتفكير الابداعي ، وتبت وجوده ، يتوقع ارتباطه بالتفكير الابداعي

فى الخلية الواحدة - على الأقل فى كل عمود « سكلى » كما أوحى له بإمكان وجود بُعد رابع يتصل باختلاف طريقة الإدراك (٢٧) فيما يتصل بالمضمون الشكلى (Guilford, J. P. 1959. "b")

وأهم مميزات « النموذج النظرى لبناء

العقل » الذى يقدمه جيلفورد ما يأتى :

١ - استيعاب جميع المدرات العقلية الأولية المعروفة فى نسق واحد شامل ، على أساس العلاقات القائمة بينها سواء من حيث « مضمونها » ، أو نوع « الانتاجات » التى تمثلها أو طبيعة « العمليات » التى تجرى على هذه المضمونات والانتاجات .

٢ - إمكان استخدام هذا النموذج فى التنبؤ بعوامل جديدة لم تكتشف بعد - كما كان يستخدم جدول « مندليف » لاكتشاف العناصر فى علم الكيمياء - أى استخدامه كمصدر للفروض التى تساعد على كشف عوامل الذكاء الإنسانى - بالمعنى الواسع - وعلى عزل هذه العوامل (Hoepfner, R., et al, 1964)

٣ - يقدم هذا النموذج تعريفا « عامليا » للقدرات العقلية للذكاء الإنسانى ، يتخلص من التعريف الإجرائى الدائرى - الذى يقرر تحصيل الحاصل - الذى قدمه « بورنج Boring » عام ١٩٢٣ ، والذى يذكر فيه أن الذكاء هو ما نقيسه اختبارات الذكاء !

٤ - كما أن التحقق من بعض عوامل هذا النموذج ، يمكن فيما بعد من استخدامها كأدوات فى بحوث جديدة تتضمن السمات أو القدرات المكتشفة . لأن ما يكتشف اليوم من عوامل جديدة ، وكذلك الاختبارات التى تقيس هذه العوامل ، يصبح فى الغد مفاهيم مرجعية تستخدم فى التطبيق السيكولوجى ، مما يكون

Sense modality (٢٧)

Functional Fixidness (٢٨)

٥ - السياق الاجتماعي الثقافي للإبداع (٣٩) :

لما كان الفرد لا يعيش في فراغ اجتماعي ، فان العمل الإبداعي ، وان كان يصدر عن أفراد مبدعين ذوي خصائص معينة ، يتأثر بتفاعلات الاشخاص المبدعين مع الآخرين وعلاقاتهم بهم ، كما تتأثر بالسياق الاجتماعي العام الذي يوجد فيه هؤلاء الاشخاص .

ويتكون السياق الاجتماعي من الجماعات الأساسية والفرعية التي ينتمي اليها الفرد والتي يتضمن كل منها نظاما من العقائد والقيم ، الصريحة أو غير الصريحة ، والتي تستجيب لحاجاته المتنوعة ، ويكون له في كل منها مركز (٤٠) معين ، ودور محدد (٤١) .

وقد يساعد السياق الاجتماعي على ظهور الابتكار أو الإبداع ويشجعه ويعمل على إبقائه ، كما قد يؤخر ظهوره ويمنع استمراره ، ولا يشجع الا على الاتباعية والتقليد .

ونستطيع ان نقسم عناصر السياق الاجتماعي ، التي تؤثر في الإبداع - على أساس « كثافة » تأثيرها على الفرد المبدع - الى نوعين يقعان على خط متصل يمثل كل منهما أحد طرفيه :

أ - نوع أولي أو خاص : يتصل بالقوى الاجتماعية التي لها تأثير مباشر على الافراد المبدعين ، سواء من ناحية تنشئتهم وتربيتهم ، أو من ناحية تقبل نشاطهم الإبداعي ورعايته .

ب - نوع ثانوي أو عام : يتصل بالقوى الحضارية التي تكوّن الإطار الاجتماعي والثقافي والسياسي العام بالمجتمع والتي من شأنها ان

مع ان مكانه في نموذج « بناء العقل » ليس في إحدى الفئتين السابقتين من القدرات ، اذ يبدو انه ينتمي في « النموذج » الى فئة القدرات التقيومية وانتاجها . بينما يبدو الآن على انه « تضمين » بأن هذه الأشياء مرضية أو غير مرضية . لذا يمكن تفسير هذا العامل - بنفس طريقة تفسير التعديلات - على أساس التحرر من التثبيت الوظيفي .

وهكذا ، فرغم امكان تعريف التفكير الإبداعي ، كمفهوم سيكولوجي ، عن طريق عوامل الانتاج التغيري ، وبعض العمليات الأخرى التي تنتج عنها تغييرات أو تعديلات ، فان عمليات الابتكار - في الحياة اليومية - قد تتضمن قدرات أخرى بطريقة غير مباشرة تختلف باختلاف الظروف .

وعلى هذا لا يمكن حصر التفكير الإبداعي - بصفة نهائية - في جزء معين من أجزاء « نموذج بناء العقل » رغم الأهمية النسبية للقدرات التغيرية لهذا النوع من التفكير . (Guilford, J. P. and Merrifield, P.R., 1960)

عرضنا في هذه الفقرة للقدرات الإبداعية ، الا انه اذا كانت القدرة الإبداعية تعني إمكانية الإبداع ، فان كون الشخص الذي لديه قدرة مرتفعة على الإبداع ينتج فعلا أعمالا إبداعية انما يعتمد على عدد من الظروف من أهمها دوافعه الخاصة وسماته المزاجية التي تساعد ، مع عوامل أخرى - كالبينة النفسية الاجتماعية - على ظهور هذه القدرات أو يؤدي الى طمس معالمها . وهذا هو موضوع الفقرة التالية من المقال .



Socio-Cultural Context of Creativity (٣٩)

Status (٤٠)

role (٤١)

ولا يشجعه على البحث عن الخبرات الجديدة أو يعوّذونه على عكس ذلك . أى أن من شأن معاملة الآباء أن تؤثر على قدرات الطفل الابتكارية فتنميتها أو تجعلها تضمن . ذلك أنه من المسلمات العامة لعلم النفس الدينامي ، ان عدم تعادل (٤٢) مستويات القدرات لدى الفرد ، ينتج عما لديه من أسس دافعية ، كما ينتج عن الخبرات التي يمر بها في حياته . وقد أجاد التعبير عن هذه الوجهة من النظر « مايمان ، وشافر ، وريپورت » في معرض مناقشتهم للأسس النظرية للفروق بين قدرات الفرد (٤٣) ، حيث يذكرون ان القوى الدافعة العميقة لدى الشخص ، كالحوافز والمخاوف والتوقعات التي تتشابك مع هذه الحوافز ، تتعرض لأنواع من الضغوط الضابطة أو الكابتة . وان أنماط الضبط المستخدم لدى الفرد تشكل الخطوط اللاحقة لنموه ، كما تبلور « الأنا » لديه ، وبالتالي فان لها أثرها على الطرق الأساسية للتوافق والضبط التي تبدأ في مرحلة مبكرة جدا بممارسة أتر انتقائي على الإدراكات والانشطة والاستجابات والحاجات واتجاهات النمو السيكولوجي للفرد . . فمثلا ، قد يكون نمط الضبط عبارة عن اتجاه عام لرفض أى موقف يحتمل ان يكون خطرا وتجنبه ، الى حد ان هذه المواقف قد تثير لدى الشخص اندفاعات (٤٤) غير مقبولة او ذكريات اليمه ، ويبدو ان الشخص الذي يتبع هذا النمط للضبط يتبع أسلوب : لا تسمع شرا ، ولا تر شرا ، ولا تقل شرا . وهذا النوع من الضبط قد يعيق الفضول او اللعب الحر النشط

تيسر الإبداع أو تؤخره ، تساعد على تفعل المبدعين أو مقاومتهم * .

ونحاول فيما يلي القاء الضوء على دور كل نوع من نوعي السياق الاجتماعي في علاقته بالإبداع :

العناصر الأولية للسياق الاجتماعي :

من أهم العناصر الأولية للسياق الاجتماعي :

١ - أساليب تربية الطفل في الأسرة :

ان الشخص الذي يصبح مبدا في رثده ، لا يتصل بالبيئة الاجتماعية الكبيرة الا بعد ان يعيش فترة طويلة في بيئة خاصة محدودة ، هي الأسرة ، يتلقى فيها من الخبرات ما يعده للاستجابة بطريقة معينة - ايجابية او سلبية - للخبرات القادمة في حياته .

فالطفل في الأسرة ، مثلا ، يدرّب على تنظيم بعض الوظائف الحيوية ، ويصحّب هذا التدريب جوًا انفعالي خاص ، من الحب والتقبل أو التهديد بفقدان الحب أو فقدانه فعلا . ويتعلم الطفل من هذه الخبرات أنه « ممتاز » يستطيع السيطرة على وظائفه ، او يشعر أنه « سيء » لا يستطيع انجاز هذه السيطرة . وفي هذه الاثناء ينشأ على الثقة بنفسه وبالآخرين ، وعلى الشعور بأنه يعد لانجاز الخبرات الجديدة ، او ينشأ على عكس ذلك .

كما أن الآباء قد يعوّذون الطفل على تلقي الحلول الجاهزة لكل ما يواجهه من مشكلات ،

(*) يفرق « موريس ستاين M. Stein » في مذكرته غير المنشورة عن « الإبداع والسياس الثقافي والاجتماعي Cultural Context of Creativity بين : قوى اجتماعية وثقافية ، تؤثر في الإبداع كمصادر للأفكار ، كما يكون لها اثرها في تصوير هذه الافكار ، وقوى اجتماعية وثقافية اخرى تؤثر في بقاء العمل الإبداعي الا اننا لا يمكننا الاخذ بهذه التفرقة حيث يرجح عدم وجود نوعين « من العوامل او القوى تؤثر في الإبداع ، بقدر استمرار تأثير بعض القوى - على مر الوقت - في بزوغ التفكير الإبداعي ثم في تطوره واستمراره .

Unevenness. (٤٢)

“ intra - individual difference in abilities ” (٤٣)

impulses (٤٤)

الطريقة . وقدم « جبهارد » أدلة تجريبية تؤيد فرضه ، حيث وجدت تغيرات كبيرة في جاذبية الاعمال عندما يكون كل من التوقع ودرجة النجاح في اتجاهين متعارضين .

وتلعب الاسرة دورا هاما في نشئة الطفل وتدريبه وتشكيل عاداته وقيمه حتى بعد ان يذهب الى المدرسة . واذا كان المعلم المدرسي للطفل يتم خارج نطاق الاسرة ، فان ما يتعلمه من خبرات وافكار جديدة اذا لقي تأييدا من الاسرة فان هذا التأييد يدعم قبوله لهذه الخبرات والافكار الجديدة ، اما اذا لم تلق هذه الخبرات والافكار تأييد الاسرة - او لم تتفق مع ما تعلمه من قيم داخل الاسرة - فان الشخص يقع في صراع عليه ان يحله .

وفي المنزل - ذلك العالم الصغير - تنشأ عن علاقات الطفل باخوانه ووالديه اتجاهات وقيم ، ونكون هذه الاتجاهات والقيم - فيما بعد اساسا لعلاقاته بزملائه وممثلى السلطة من المدرسين والمديرين والمشرفين ، بل وقد تكون هذه العلاقات ، بين الطفل وافراد الاسرة الآخرين ، اساسا لتقبله نموذجا معيننا من الايديولوجيات . فقد وجدت « الزا فرنكل برونشفيك » وزملاؤها (١٩٥٠) ان الاطفال الذين كانوا خاضعين (٤٧) لآبائهم ، كانوا ايضا متقبلين للايديولوجيات التسلطية (٤٨) .

ويرى عدد من الباحثين النفسيين ان هذا الخضوع اذا بلغ أقصاه ، فان الفرد سيجد صعوبة في المفامرة ، ويظل يتعامل فقط مع ما نبئت صلاحيته ويتجنب كل ما هو جديد .

والاستكشاف الفعال لطرق جديدة لتحقيق الذات ، اعاقه بالفة ، بينما قد تزداد وظائف اخرى مثل تعلم الطريقة « المناسبة » للسلوك وفي هذه الحالة نتوقع ان تنعكس آثار واسعة المدى لهذا النمو الانتقائي على تفاوت مستوى نحصيل القدرات والوظائف المختلفة . اما في حالة اختلاف نمط الضوابط فانه يتوقع ان تختلف بالتالي انماط المهارات والقدرات والوظائف .

وبناء على هذا يفترض انه يوجد في النمو العقلي السوي تعادل (٤٥) بين مستويات القدرات في اتجاهات مختلفة . وانه عندما يحدث اختلال للتوافق الوجداني تؤثر ظروف تتصل بالدافع او الميل في نمو القدرات في اتجاهات معينة ، مما يخل باستواء القدرات او تعادلها .

وتتقدم نظرية التعلم بأساس اعم وادق ، من الناحية المنطقية ، للآثار التكوينية (٤٦) للدافع على نمو الاستعدادات او القدرات . فهي ترجع المسألة الى وجود مكافآت في التعليم ، او عدم وجود مكافآت على أداء مختلف انواع الاعمال .

وقد افترض « جبهارد » ان جاذبية الاعمال تزداد عندما ينجح فيها الفرد ، سواء توقع ان ينجح فيها او لم يتوقع . وان هذه الجاذبية تقل عندما يتوقع الفرد النجاح ثم يفشل وقد توقع « جبهارد » ان تعمم الآثار ، من حيث زيادة الجاذبية او قلتها ، على الاعمال المشابهة ، او بعبارة اخرى على فئات الاعمال المشابهة ، وان تكرر مثل هذه الخبرات من شأنه ان يساعد على تقوية الميل التي نشأت بهذه

evenness	(٤٥)
genetic	(٤٦)
submissive	(٤٧)
authoritarian	(٤٨)

التي كثيرا ما يؤدي استمرارها الى عدم ثقة التلاميذ في انفسهم ، وخفض روح المخاطرة لديهم ، او تشويه قدرتهم على التعليم بطرق مبتكرة غير ملقنة ، بعد تكرار الآخرين تسخيف طريقهم في التفكير الابتكاري . بل ان بعضهم قد يصل به الامر ، بعد قمع حاجاتهم الى التفكير الابداعي ، الى نوع من الصراع العصابي بين حاجته الى تحقيق ثفته من خلال التفكير الابداعي ، وبين حاجته الى اكتساب احترام جماعة الفصل او المدرس من خلال التخلي عن التفكير الابداعي . ورغم ما يشاع بين العلاقة الايجابية بين الابداع والمرض النفسي ، فانه من الثابت الآن أن الاضطرابات النفسية تحد من طاقات الابداع لدى الافراد (٤٩) .

وقد اجريت عدة دراسات تبين منها ان المدرسين يضيقون بالتلاميذ ذوى الافكار والحلول المبتكرة ، كما اجريت عدة استفتاءات لدراسة تصور المدرسين للتلميذ النموذجي في عدد كبير من بلاد العالم وهذا التصور لنموذج التلميذ هو طبعاً ما يحاولون تأكيده من خلال تصرفاتهم مع تلاميذهم . وقد تبين من هذه الاستفتاءات أن صورة التلميذ المثالي لدى المدرسين لا تتفق غالباً مع صفات التلميذ المبدع ، بل تتفق مع نماذج السلوك التي تتمثل في الاتباعية للآخرين ومراعاة آرائهم ، وتقل غالباً سمات تأكيد الذات والاستغلال وعدم الاتباعية للآخرين وروح المخاطرة والمنافسة (Terran's Comparative Ranking of Ideal Child, 1971).

مما يؤكد أهمية إعادة التخطيط لتغييرات جذرية لسياسة التربية والتعليم بطريقة تجعلها تستثير إمكانات الابداع لدى التلاميذ بدلاً من ان تقمعها (Taylor, C. and Williams. F. E., 1966)

٢ - الخبرات التربوية في المدرسة :

ان نوع الخبرات التي يتعرض لها الفرد في المدرسه ، يكون له اثره على الابداع . فهذه الخبرات التربوية لا تؤثر فقط على المواد التي يتعلمها التلاميذ ، بل وتؤثر كذلك - بطريقة ايجابية أو سلبية - على اتجاهات التلاميذ نحو المواقف الجديدة للتعلم في المستقبل . فقد تؤكد طريقة التعليم أهمية التلفين والحفظ والتكرار للتراث القديم ، ولا تعنى بتنمية المبادأة والأصالة ، بل قد تعاقب عليهما . وعلى العكس من ذلك ، قد تؤكد طريقة التعليم ان الماضي ان هو الا لبنة لبناء المستقبل ، ومن ثم يشجع التلاميذ على الابتكار والأصالة ولعل هذا يبرر ما تلفاه بحوث تنمية القدرة على الابداع ودوافع الابداع لدى التلاميذ في مراحل التعليم المختلفة ، كموقف التعليم داخل الفصل او خارجه ، او من خلال طبيعة العلاقة بين المدرسين والتلاميذ ذوى القدرات الابداعية المرتفعة . وتهتم كثير من البحوث التربوية الحديثة بتحقيق اكبر قدر من التوافق ، لدى التلاميذ المبدعين . ومع انفسهم ، لتقبل انفسهم كمبدعين تختلف آراؤهم او طرق تفكيرهم عن معظم زملائهم . ومع زملائهم ومدرسيهم ، للانفتاح على أوجه الجودة والامتياز في آرائهم وتصرفاتهم ، ولتحقيق نوع من العلاقات الاجتماعية المتوازنة غير المبالغ فيها من حيث الاعتماد على الآخرين وتعدد الاختلاط بهم ، أو من حيث الاعتزال عنهم (Torrance, P. E., 1962, P. 143-144)

كما تهتم بعض البحوث بطرق حماية المبدعين من ضغوط باقى أعضاء الجماعة وحيثاً من المدرسين - التي توجه ضد تمايزهم وافتراقهم عن بقية زملائهم . تلك الضغوط

(٤٩) نرجو ان تتناول موضوع « شخصية المبدع » وسماته الإيجابية والسلبية والعلاقة الخاصة بينهما في مقال تال (انظر الآن ، كتاب : عبد الحليم محمود « الابداع والشخصية » ، دار المعارف ، القاهرة ، ١٩٧١ ، الباب الثالث والرابع) .

٣ - الجماعة السيكولوجية (٥٠) :

والجماعة السيكولوجية - اى الجماعة الصغيرة غير الرسمية التى تربط افرادها روابط عاطفية ومهنية - لها اهمية كبيرة فى عملية الابداع ، ذلك ان اتمام العمل الابداعى وحده لا يكفي ، اذ ان الشخص المبدع يحتاج فى بداية الامر دائما الى تقديم عمله الى جماعته تعترف بهذا العمل وتقومه . لهذا فان كل مبدع ، ايا كان مجال ابداعه ، شعرا او فنا او علما ، يلتف حوله شخص او اكثر ممن يكونون « جماعة » سيكولوجية له ، تشد أزره وتخفف عزلته ، ويجد لديها صدى عمله فى جو من الأمان النفسى يمكنه من الكشف عن جوانب اخرى فى مجال ابداعه .

ويوضح اهمية « الآخر موضع الثقة » ما يذكره الدكتور مصطفى سويف - فى دراسته للاسس النفسية للابداع الفنى - فى الشعر خاصة ، من أن حركة الشاعر فى ابداع القصيدة لا تتم ببلوغه البيت الاخير منها ، بل يخطو خطوة بعد ذلك بأن يعرضها على « آخر » قد يكون صديقا عزيزا يتقن تذوق الشعر ، او ناقدا مجبلا يحدده الموقف الخاص للشاعر المهم ان حركته هذه نحو الآخر ، ذات دلالة دينامية هى بناء « نحن » لأن رضا الآخرين عن العمل معناه انهم قد اصبحوا اقرب اليه مما كانوا من قبل (سويف ، ١٩٥٩ ، ص ١٤٥) .

وعلى هذا الاساس يمكن تفسير اتخاذ « فرويد » لـ « فلهم فليس W. Flies » صديقا له يؤنس ويخفف آثار عزلته العلمية . وكذلك يمكن تفسير اتخاذ الخليل بن احمد - واضع علم العروض فى الشعر العربى - لابي المعلى صديقا ورفيقا . ونستطيع ان نجد « آخر » يقوم بدور السند النفسى ، لدى كل مبدع فى الشعر وفى الفن او فى العلم ، بل وقد يوجد فى سيرة الرسل ما يؤيد هذه الظاهرة

- مثل ابي بكر لسيدنا محمد عليه الصلاة والسلام ، ومثل الحواريين للسيد المسيح عليه السلام ، وهارون لموسى عليه السلام .

ووجود آخرين يفهمون ما يصدر عن الشخص المبدع ، يميز المبدع الذى يحاول توصيل افكاره الى الآخرين عن الهستيرى الذى يحوّل خيالاته وصراعاته الى حركات تمثيلية استعطافية دون اعتبار لطريقة ادراك الآخرين لها ، وعن العصاى القهرى ، الذى يصدر عنه من التصرفات ما يدفع الى القول بأنه ينشئ لنفسه دينا خاصا به ، وعن المصاب بالبارانويا وهذائه غير المطابقة للواقع التى لا تصمد للاختبار ، والتى تشبه فى ظاهرها ما يصدر عن الشعراء والفلاسفة واصحاب الاديان ، وان كان هؤلاء يخاطبون اعدادا من الناس تفهمهم .

٤ - الموقف الاجتماعى المباشر الذى يعمل فيه

الفرد :

على الرغم من قلة الدراسات التجريبية فيما يتصل بعلاقة مجالات السياق الاجتماعى بالابداع ، بوجه عام ، فقد اجرى فى مجال الموقف الاجتماعى المباشر الذى يعمل فيه الفرد ، عدد كبير نسبيا من البحوث ، وخاصة فى معامل البحوث الصناعية - وذلك لتعرف الظروف التى تساعد على الابداع لدى مجموعات الباحثين .

فى بحث أجراه « دونالد تيلور D. Taylor » فى معمل كبير للبحوث يضم عاملين فى مجال الفيزياء والكيمياء والرياضيات والهندسة ، تمت مقابلة رؤساء اثنى عشر قسم من أقسام البحوث المختلفة ، وعينة من مساعديهم ممن لديهم خبرة طويلة فى البحث والاشراف على الباحثين - وكان أحدهم يشرف على مائة عالم ومهندس . أجمع كل من تمت مقابلتهم تقريبا ، على أن أهم عامل فى انتاجية

مع الجماعة المباشرة ، وكان رئيسهم شخصا ضئيل المواهب او غير فدير ، فان أداء المرؤوسين عندئذ ينسجم بالانخفاض .

كما تبين من بحث آخر قام به « پلز » ايضا عن اثر العلاقة مع الزملاء في الاداء ، طلب فيها من مجموعة من العلماء تحديد اهم خمسة زملاء - من غير المشرفين - بالنسبة لكل منهم ومتوسط احتكاك كل منهم بهم . وقد امكن قياس التشابه والاختلاف بين قيم كل عالم وقيم زملائه بعدة طرق ، منها تقديره لميوله وقيمه ، فاذا كان الشخص ذا ميول علمية وزملاؤه مثله ، حصل على درجة كبيرة في التشابه ، اما اذا كان الشخص ذا ميول علمية وكانوا هم ذوى ميول ادارية ، فانه يحصل على درجة ضئيلة في التشابه . وقد أسفر هذا البحث عن ان العلماء الذين يشبهون زملاءهم شبا كبيرا ، ويتصلون بهم مرة او مرتين في الاسبوع ، يحققون أكبر قدر من الاداء ، وارتبطت زيادة الاتصال بالزملاء - في حالة التشابه في الميول والقيم بهبوط الانتاج ، اما العلماء الذين يتصلون بزملاء يختلفون عنهم في قيمهم ، فان الاتصال اليومي ارتبط بأعلى قدر من الاداء . وهكذا فان الاتصال وحده لا يرتبط بالأداء ، ولكن الارتباط يظهر عندما نضع كلا من نوعي الاتصال والاداء في الحساب ، ويميل « پلز » الى تفسير هذه النتيجة ، بأن العالم اذا وضع مع مجموعة لا تشبهه ، فانه يحتاج الى قدر من الاحتكاك لكي يعبر هوية الاتصال . بينما اذا وضع مع مجموعة من الزملاء تشبهه ، فانه لا يكون في حاجة الى الاحتكاك الدائم بهم ، لأن مثل هذا الاحتكاك قد يؤدي الى التشتت .

الا ان « پلز » يذكر ان باحثا آخر هو « شيبارد (Shepard) » قد توصل ، عام ١٩٥٤ ، في مجال الصناعة الى نتائج مختلفة ، هي أنه - بوجه عام - كلما ازداد الاتصال ارتفع

العاملين في اقسامهم وفي ابداعهم هو : العلاقة التي توجد بين الباحث او المهندس وبين المشرف المباشر عليه ، اى المشرف الذى يحدد له الجو الذى يعمل فيه ، والذى من شأنه ان يساعد على استقبال الافكار الجديدة . ووصف بعضهم هذا « الجو » بأنه يتميز باتساع الباحث بحرية الخطأ النزيه ، الذى ينتج عن الجهد المخلص فى السعى لانجاز العمل ، دون نقد او تأنيب .

ومن دراسة - قام بها اعضاء هيئة البحوث الاجتماعية بجامعة ميتشجان - للعلماء امكن التوصل الى نتائج هامة تتصل بنوع الاشراف المرتبط بالانتاج العلمى المرتفع . حيث تبين انه لا يمكن التعميم على جميع الباحثين ، لأنه بينما ارتبطت كثافة العلاقات بين صفار الباحثين والمشرفين عليهم بزيادة الانتاج العلمى ، فانه لم توجد لدى كبار الباحثين علاقة بين كثافة تفاعلهم مع رؤسائهم وبين ادائهم لعلمهم .

وفيما يتصل بمقدار ما يتاح لصفار الباحثين من فرصة اتخاذ قرارات تتصل بمشكلات البحث ، تبين - من هذا البحث ان اعلى اداء يوجد حيث يوجد قدر من التفاعل بين الباحثين والمشرفين عليهم ، بشرط ان يكون لهؤلاء الباحثين الصغار حرية اتخاذ القرارات ، اى ان الرئيس فى هذه الحالة يحث الباحث ويشجعه ، ولا يقوم بتوجيهه (المرجع السابق) .

وقد تمكن پلز D. C. Pelz من خلال بعض البحوث فى مجال الصناعة من التوصل الى نتيجة تتصل بعلاقة « التوحد مع الجماعة » بالاداء العلمى لدى مجموعة من العلماء وهى انه عندما يكون لدى الافراد شعور بالانتماء الى الجماعة المباشرة ، ويكون رئيس هذه الجماعة فديرا ، فان مستوى اداء المرؤوسين ينسجم بالارتفاع ، اما اذا كان لدى الافراد توحد كبير

الاداء . الا ان هذا التناقض بين النوعين من النتائج يمكن حله بمعرفة اكثر بطبيعة العمل واهداف المؤسسة ، اذ يمكن افتراض انه يوجد في كل من الموقفين قدر من الاتصال بالآخرين ، الا ان المقدار الأمثل (٥١) للاتصال اللازم لأحسن اداء ، قد يكون اقل في انواع النشاط الفردى منه في انواع النشاط التعاونى (نفس المرجع السابق) .

ولا شك ان نجاح الفرد في شغل الادوار التى يتوقع منه القيام بها في مجال عمله وأدراكه لطبيعة هذه الادوار ، يحدد الظروف التى يبدع فيها .

وقد اكد « شتاين » ، بناء على دراساته للكيميائيين في البحوث الصناعية ، الفروق بين الادوار التى يتوقع ان يشغلها الفرد ، فما يتوقع من الكيميائى في دوره كعالم يكتشف قوانين بعض الظواهر ، ويوصلها للآخرين ، يختلف عما يتوقع منه في دورة كهمهى يخضع لنظام الشركة التى تقف منه موقف الحامى والعميل ، فتمنع نشره لاختراعاته قبل تأمين حقوقها ، وعليه بناء على هذا الدور ان يركز اهتمامه فيما هو عملى تطبيقى ، وان ينكر ذاته لأن اختراعاته ستنسب الى الشركة او الى المؤسسة ، وان يستطيع توصيل افكاره للاداريين الذين يعدون من العوام في تخصصاته ، وأن يكون دائم الاهتمام بما ينفع شركته . وهذا غير ما يتوقع منه كـ **موظف** يكون لديه وعى مالى ويتوقع منه ان يظهر تقدما في الانتاج ، وان يدخل في حسابه تكاليف البحث منذ تخطيطه حتى مرحلة الانتاج ، وان يقدر ما سيجلبه هذا البحث الى خزانة الشركة ، كما ان عليه ان يقبل وضعه الوظيفى ولا يحتقر السلطات الادارية ، بل يتوافق معها ويتجنب الصراعات . ورغم ما يتطلبه البحث من استقلال ، فان

الباحث (كموظف) جزء من مجتمع الشركة او المؤسسة التى يعمل بها ، وتنطبق عليه قواعد هذا المجتمع ، ولهذا فهو يطيع القواعد العامة المتبعة ، كالانتظام في الحضور ، والتواجد بالعمل عددا معيناً من الساعات ، على أنه مع هذا الانتظام قد يتطلب الامر احيانا قدرا من المرونة في حرفة التنفيذ ، اذ قد يحتاج الى ايقاف ما يعمله من اجل الاستماعة بشخص آخر ، او اعانة شخص آخر ، او حل مشكله طارئة في العمل . وهذا يختلف عن دوره الاجتماعى لا يكون كذلك ، اذ يتعلمه الفرد من علاقاته برؤسائه ومرؤوسيه ، ويختلف هذا الدور باختلاف الوضع بالمؤسسة ، واذا كانت الادوار السابقة مكتوبة او منطوقة فان الدور الاجتماعى لا يكون كذلك ، اذ يتعلمه الفرد من واقع خبراته او من بعض المقربين . والقيام بالدور الاجتماعى بطريقة ملائمة ضرورى لاقامة اتصالات تسهل عمل الشخص ، مما يمكنه من ان يكون مبدعا . ويذكر « شتاين » عشر خصائص او توقعات تتصل بالدور الاجتماعى للشخص ، لا يحققها جميعا شخص واحد ، وان كان الاشخاص الناجحون يحققون معظمها وهى :

- ١ - **تأكيد الذات** (٥٢) دون عدوانية .
- ٢ - معرفة الرؤساء والمرؤوسين كأشخاص ، مع عدم الاختلاط بهم كأشخاص .
- ٣ - « الانفراد » في العمل ، ولكن مع عدم العزلة والانسحاب وعدم الاتصال بالآخرين .
- ٤ - ان يكون داخل العمل « أنيسا » ولكن ليس اجتماعيا .
- ٥ - ان يكون خارج العمل اجتماعيا وليس ودودا .

Optimum (٥١)

Assertiveness (٥٢)

التقليل من التقويم والنقد في المراحل الاولى للإبداع يزيد من فرص ظهور افكار ابداعية :

وقد حاول بعض الباحثين اتباع بعض الطرق لتسهيل عملية التفكير الابداعي ، ومن اهم الطرق التي اتبعت لهذا الغرض الطريقة التي يطلق عليها اسم « المفكرة » (٥٢) على أساس انها تعتمد على تبادل التنبيه بالافكار بين أعضاء جماعية صغيرة) . أو الاسترسال (٥٤) وتقوم هذه الطريقة على أساس افتراض ان التقويم والنقد في المراحل المبكرة من عملية الابداع يكف الافكار ، وبالتالي فان الفصل بين النطق بالفكرة وبين تقويمها بهيء جوا متسامحا خال من النقد ، مما يسهل ظهور عدد اكبر وأجود من الافكار ، تتم عملية تقويمها فيما بعد . ويطلق على هذه الطريقة التي تعتمد على اطلاق العنان للافكار اذا استخدمها احد الافراد « مبدأ تأجيل الحكم » (٥٥) .

ورغم ان التدريب على طريقة « المفكرة » وتأجيل الحكم على الافكار او تقويمها ونقدها يؤدي الى زيادة الافكار الجيدة التي ينتجها الافراد - على الاقل فيما يتصل بمشكلات معينة (مثل تلك التي تقدمها اختبارات جيلفورد للإبداع) ، كما تدل على ذلك بحوث « بارنز وميدو »

(Parnes, S. J. & Meadow, A. 1959, 1960 Meadow, A. et al, 1959 ,, a ,, b)
فان نتائج استخدام « الجماعات الصغيرة » لهذه الطريقة ، متعارضة وغير منتظمة ، مما يبرز أهمية البحوث التجريبية الدقيقة التي تمكن من تقويم كفاءة هذه الطريقة وتحديد أساليب الافادة منها في الجماعات « الصغيرة ».

٦ - « يعرف مكانه » مع الرؤساء ، دون خجل او تذلل او خضوع او تسليم اعمى بما يقولون .

٧ - يتوقع منه ان « يعبر عن رأيه » دون تحكم .

٨ - قد يتصف بالحدق او اللباقة ، عندما يحاول الحصول على شيء ، كمزيد من الاعتمادات او العاملين معه ، ولكنه لا يتصف بالمكر والاحتتيال .

٩ - يتصف في كل علاقاته بأنه مخلص وامين ، وذو هدف ودبلوماسي ولا يقبل « القطع » او عدم المرونة او الميكافيلية .

١٠ - يتصف في المجال العقلي بالاتساع دون ضحالة ، والعمق دون حدلقة ، والصرامة او الدقة دون مبالغة في النقد .

وفي دراسة قام بها ناب R. W. Knap لتحديد خصائص الاقسام المنتجة - العلماء بخمس عشرة جامعة امريكية بانتاجها للعلماء ، بحثت العلاقة بين انتاج اقسام العلوم - للعلماء ، الذين كانوا عند اجراء البحث قد حصلوا على درجة البكالوريوس او الدكتوراه فيما يتصل بالطابع التعليمي والروح المعنوية للقسم . وقد كان من اكثر العوامل التي أظهرت ارتباطا مستقلا له دلالته « روح الجماعة الواحدة esprit de corps » للقسم كما تتبدى في دفع العلاقات والاتصالات الانسانية ، مع صرامة المعايير الاكاديمية التي تتطلب بيئة عقلية خاصة . اي ان القسم الناجح كان يتميز بدفع العلاقات ، ولكنه كان كذلك يتطلب معايير اكاديمية وبيئة عقلية خاصة .

Brainstorming (٥٢)

Synetics. (٥٤)

Principle of deferred judgment. (٥٥)

من الحلول الجديدة . ولما كانت المجموعات التي عملت في ظروف « نقد مشددة » تقدمت بنسبة من الحلول اقل مما تقدمت به المجموعات التي عملت في ظروف نقد مخففة ، فقد استنتج « بارلوف وهاندلون ان طريقة المفكرة تنتج افكارا جيدة اكثر ، لانها تسمح للشخص ان يترك مسئولية الحكم على افكاره للآخرين .

اما زاوية الاهتمام الثانية :

فتتصل بمقارنة استخدام طريقة « المفكرة » مع تأجيل الحكم على الافكار في بداية عملية الابداع باستخدامها لدى كل فرد على حدة .

ففي تجربة قام بها « دونالد تيلور » ، ويرى ويلوك عام ١٩٥٨ ، قدمت ثلاث مشكلات الى ٩٦ طالبا من طلبة جامعة « ييل Yale » مقسمين الى نصفين ، وزع افراد احد القسمين الى ٢١ مجموعة تجريبية كل منها من اربعة اشخاص يشتركون في حل المشكلات مستخدمين طريقة المفكرة ، اما افراد القسم الاخر فقد طلب منهم « الاسترسال » في افكارهم التي تتصل بالمشكلات بطريقة فردية . ثم وزعوا بعد ذلك على المجموعات الاثنتي عشرة ، بطريقة عشوائية . وقد اطلق على افراد القسم الثاني اسم « المجموعات الاسمية » (٥٩) . وفي نهاية البحث ، تبين ان « المجموعات الاسمية » - التي استرسل افرادها في حل المشكلات بطريقة فردية - انتجت ضعف ما انتجته المجموعات الفعلية .

وقد اتبع « بارنر S. J. Parnes » في بحثه المنشور عام ١٩٦٣ ، نفس التصميم التجريبي

ونستطيع تصنيف جوانب الاهتمام باستخدام طريقة المفكرة في « الجماعات الصغيرة » الى زاويتين :

الاولى :

هي مقارنة انتاج الجماعة من الافكار عند استخدامها لهذه الطريقة ، وعند عدم استخدامها على اساس الاعتقاد بان استخدام هذه الطريقة يخفف من معايير التقييم في الجماعة ، مما يترتب عليه زيادة انتاج الافكار الجيدة .

وقد قام « بارلوف وهاندلون Parloff, M.B. and Handlon, J. H. » بتقديم عدد من المشكلات الى « أزواج » (٥٦) من الاثنا لحلها . وقد قسمت ظروف الحل الى نوعين :

الاول : يتصف بدرجة للنقد عالية او مشددة (٥٧) .

والثاني : يتصف بدرجة للنقد منخفضة او مخففة (٥٨) .

وقد سجلت مناقشات البحوث والحلول التي توصلن اليها ، ثم طلب الى كل اثنتي ان تقدا ما توصلتا اليه من حلول ، في صورة مكتوبة ، بعد نقدها وتقويمها .

وبعد تصنيف الحلول المقدمة ، تبين ان المجموعة التي عملت في ظروف النقد المخففة انتجت من الافكار عدداً اكبر - سواء من ناحية العدد المطلق او من ناحية الجودة . مع ملاحظة ان المجموعة التي عملت في ظروف النقد المشددة انتجت ، اثناء نقاشها ، عدداً اكبر

Dyads	(٥٦)
High — critical condition	(٥٧)
Low-critical condition	(٥٨)
Nominal groups	(٥٩)

وان الجماعة تؤثر غالبا ، بالكف ، على اداء
أحسن الاعضاء .

٥ - الجماعات المتوسطة (٦١) :

تتوسط بين الفرد المبدع والمجتمع الكبير
جماعات تتكون من اعضاء المنظمات العلمية او
المهنية والنقاد ، وامناء المتاحف ، واللجان
العلمية والفنية ، ومجالس ادارات المؤسسات
العلمية والصناعية . . الخ ، وتلعب هذه
الجماعات أدواراً حاسمة بالنسبة لعملية
الابداع . فهي من ناحية تزود المبدع بتقويم
مدرّوس لعمله مما قد يفيد ، ومن ناحية أخرى
تستخدم كمرشحات انتقائية ، يترتب على
قراراتها وتقويماتها تزويد بعض الأفراد بالعون
والاعتراف بعملهم ، بينما قد تمنع هذه
الجماعات الاعتراف والعون عن آخرين ، لهذا
فان قرارات هذه الجماعات ذات أهمية عظيمة
بالنسبة للابداع . ذلك ان هذه الجماعات
المتوسطة يكون لها تأثيرها في تكوين الراى العام
وعلى خلق أسواق للعمل الابداعي ، وفي اسراع
تقبل الجمهور للمبدعين . ولما كان تقبل
الجمهور يرتبط في كثير من الاحيان بالشهرة
والشيوخ اكثر من ارتباطه بالابداع ، فان عدم
تأييد هذه الهيئات للمبدعين يؤثر في مستقبلهم
وتقدمهم وفي فرص تنمية ابداعهم . فهذه
الجماعات المتوسطة لها اثرها على الابداع
لانها قد تخلق جوّاً ، او تفرض بناء اجتماعيا ،
معارضاً يستنفذ من الفرد المبدع طاقات كان
يمكنه استخدامها في حل المشكلات التي تواجهه
في مجال ابداعه . كما انها عندما تقبل الإنتاج
الابداعي تمد الشخص بتأييد سيكولوجى غاية
في الأهمية ، لان قبول هذه الجماعات للإنتاج
الابداعي واعترافها به يدل على تقبلها للحاجات
التي دفعت الشخص المبدع الى الانحراف
عن المألوف ، وعدم تقبل الانماط الشائعة

الذى اتبعه « تيلور وزملاؤه » ، وان اختلفت
- لسوء الحظ - نماذج المشكلات المستخدمة
ونوع صدقها او التحقق منها . وتوصل
« بارنز » من هذا البحث الى عدم وجود فروق
ذات دلالة بين المجموعات الاسمية والمجموعات
الفعلية ، وان مالت النتائج الى صالح المجموعات
الفعلية .

وفي عام ١٩٦٤ ، حاول « دونيت »
(M. D. Dunnette) ادخال تعديلات على تصميم
تجربة « تيلور وزملائه - ١٩٥٨ » ، فبدلا من
استخدام مجموعات خاصة مصطنعة ، اعد
مجموعات من علماء وعاملين بالاعلان ، سبق
ان عملوا مع بعضهم البعض - لاحتمال ان يكون
لهذا اثره في تحسين انتاج الجماعات على انتاج
الافراد . ثم حاول « دونيت » زيادة الضبط
التجريبي بأن جعل الاشخاص جميعا يعملون في
كل من المواقف الفردية والجماعية مستخدمين
في هاتين الحالتين طريقة « المفاكرة » مع تأجيل
الحكم والنقد .

وقد تبين من نتائج هذا البحث ان مجموع
الحلول التي انتجها الافراد جميعا وهم « فرادى »
اكثر - بمقدار الثلث - مما أنتجوه وهم في
جماعات . أما من حيث « جودة » الافكار ،
فلم يوجد لدى العلماء فرق - ذو دلالة احصائية
- بين انتاجهم فرادى وانتاجهم كجماعات .
أما رجال الاعلان ، فقد ادى نشاطهم الفردي
الى أفكار اكثر جودة من نشاطهم في جماعات .

وانتهى « دونيت » الى ان طريقة « المفاكرة »
تكون اكثر فعالية عندما يستخدمها الافراد
الذين يعملون في جوّه خال من الآثار الكافة (٦٠)
الناتجة عن تفاعل الجماعة . وهذا يؤكد ما
قدمه « توكمان ولورج & Tuckman, J. &
1. Lorge » من بيانات تثبت ان اداء الجماعة
قلما يتجاوز الأداء الفردي لاحسن الاعضاء ،

Inhibiting influences. (٦٠)

The Intermediate groups (٦١)

يسهل الاتصال بين الناس ، ويجعل من السهل عليهم التعرف على الصور الجديدة للأشياء والأفكار وطرق الحياة ، وتكوين وجهات النظر نحوها ، كما يسهل عليهم تناول الأدوات المادية مما قد يدفعهم الى التفكير .

٢ - الاتجاه الفلسفى للحضارة (١٢) :

ويشمل الاتجاه الفلسفى للحضارة - بالمعنى الواسع - الصياغات العلمية والفلسفية والدينية التى تتبناها المجتمعات ازاء تصور الانسان ، ومعنى سلوكه ، وعلاقته بالكون ، والله وبزملائه الادميين ، كما تشمل القيم التى تؤثر فى طريقة حياة الانسان .

وتساعد هذه الاتجاهات الفلسفية العامة للحضارة الانسان على أن يجد مكانه فى البيئة وعلى أن يشعر بالطمأنينة ، كما انها تكون بمثابة الاطار المرجعى لاختبار البيانات الجديدة وتقويمها وتناولها . وتتضمن هذه الاتجاهات الفلسفية العامة تقديراً - صريحاً أو ضمناً - يضيف على بعض أنواع النشاط قيمة كبيرة مما يشجع الاشخاص على ممارستها لأنها ستؤدى بهم الى « حياة جيدة » فى المجتمع ، كما تضيف على أنواع أخرى من النشاط قيمة ضئيلة أو تحرمها . ويدعم هذا التدرج ، فى قيمة أنواع النشاط المختلفة ضغوط اجتماعية عديدة .

وتؤثر الفروق فى القيم المرتبطة بمختلف أنواع النشاط فى المجالات التى يمكن ان يظهر الابداع فيها . فمثلاً قد تضيف حضارة معينة قيمة كبيرة على التفلسف والتأمل النظرى ، بينما تقلل من شأن الاعمال الحرفية او التى تتطلب مجهوداً جسمى كما كان الحال لدى اليونان ، فى حين تضيف حضارة أخرى قيمة كبرى على كل ما له فائدة عملية واضحة كما كان الحال لدى الرومان فى الماضى والامريكان فى الحاضر ، وقد عانت أوروبا فى العصور الوسطى المظلمة من الجهل بالظواهر الطبيعية

وغزو المجهول. وبهذا تعبر الجماعة عن التشابه بل التوحد بين رغباتها ورغبات الشخص المبدع . وهى بهذا تشترك مع الفرد المبدع - بمعنى من المعاني ، فى عملية الابداع ، لانها عندئذ تتقبل الانتاج الابداعى على انه يعبر عن بعض حاجاتها ويقول ما كانت تريد الجماعة ان تقوله ولكنها عجزت عن قوله . فضلاً عن ان الانتاج الابداعى قد يعطى اتجاهاً جديداً للتجربة ولسلوك الجماعة .

ونظراً لأهمية هذه الجماعات المتوسطة فى تشجيع الابتكار أو العقاب عليه فان عدداً كبيراً من المجتمعات الحديثة التى تحرص على تنمية الابداع لدى ابناءها ، اتخذت من الضمانات ما يوفر وجود عناصر شابة من المبدعين داخل هذه الجماعات واللجان بالاضافة الى وضع معايير للاختبار تشجع التجديد لدى المواهب الابداعية الاصيلية .

ب - العناصر الثانوية او العامة للسياق الاجتماعى :

ومن أهم العناصر العامة للسياق الاجتماعى التى تؤثر على الابداع :

١ - البيئة الطبيعية والموقع الجغرافى :

تؤثر البيئة الطبيعية تأثيراً غير مباشر على الابداع ، بما تحويه من أنواع المصادر الطبيعية ومقاديرها ، مما يؤثر فى أنواع الانتاج وأدواته والأشكال التى يتخذها . فما يتوقع من نماذج ابداعية للمنازل فى مجتمع قائم على البر ، غير ما يتوقع منها فى مجتمع محاط بالبحر ، وما يتوقع فى مجتمع صحراوي ، غير ما يتوقع فى مجتمع زراعى . . الخ

كذلك فان الموقع الجغرافى يؤثر فى عملية الاتصال ، فمثلاً عدم وجود عوائق طبيعية

جهود ، في مجال ابداعه ، لولاها لما امكن لهذا الانتاج الإبداعي أن يتم . ويذكر « أوجبرن Ogburn, W. F. » أن ١٢ شخصا ساهموا في تنمية الآلة البخارية بين عامي ١٦٠٥ و ١٧٨٥ عندما اعطاها « وات Watt » صورتها المميزة . وينتهي « أوجبرن » من هذا الى انه رغم عظم شأن (وات) ، فان اتمام الآلة البخارية لم يكن وقفا عليه وحده بالذات ، لأنه من غير المعقول ان ننصور عدم حدوث الثورة الصناعية اذا كان « وات » قد توفي في طفولته . ويذكر انه توجد امثلة عديدة « لاستعداد » الحضارة للتطور المبدع ، وأبرز مثال على هذا نزاع الاختراعات (الاكتشافات) التي يتوصل اليها ، في وقت واحد ، باحثون مستقلون في مناطق متفرقة . ويصل ما يحصيه « أوجبرن » من هذه الحالات الى « ١٤٨ » حالة ، مما يدل على أن الكتوف والاختراعات محدود بالحضارة ، وانه لم يمكن التنبؤ بظهورها في وقت محدد ، فان ظهورها لا مفر منه .

ويتصل ايضا بالسنوى المتاح من الحضارة مقدار ما يقدم - في المجتمع الحديث - للباحثين بالدول المختلفة من فرص الاطلاع على أحدث المجلات والكتب العلمية، وتيسير مهمة الاتصال بأقطاب العلم في جميع انحاء العالم ، عن طريق الزيارات والندوات والمؤتمرات . الخ .

ويتصل « بمستوى التقدم الحضارى » ، ما تتيحه بعض الاختراعات الجديدة من فتح مجالات جديدة للبحث أو التمكين من كشوف جديدة ، وهنا نذكر ما اسسده وجود الميكروسكوب والتليسكوب والسيكوترو سكوب (١٥) والأدوات الكهربائية والكيميائية الأخرى ، من تقوية لقدراتنا على معرفة بيئتنا

وعدم الاصاله في العلم ، لاصطباغ المعرفة عندئذ بالطابع المدرسي حيث كانت الجهود تتركس في دراسة كتب المنطق والميتافيزيقا دون ملاحظة الطبيعة .

وبؤر الاتجاه الفلسفى السائد في تفويم الصياغات والنظريات الجديدة ، وفي تقبلها او رفضها . فقد كان من السهل على اليونان تقبل الصورة التي قدمها « بطلبموس » عن العالم ، لأن فلاسفتهم كانوا يعدون الحركة الدائرية والفلك الدائري هما ما يمكن وصفهما بالبساطة والطبيعية ، وذلك في نفس الوقت الذي وجد فيه افتراض أن « الشمس هي مركز الكون (٦٣) » الذي لم يلتفت اليه بما فيه الكفاية . اكثر من هذا فقد كان يمكن - كما قال بطليموس - حساب اوضاع النجوم والكواكب بأقل نوع من الهرطقة (٦٤) الميتافيزيقية .

وكذلك فان الاتجاه الفلسفى السائد يكون له ابره في اختيار الطرق المناسبة لتناول الحقائق . وعلى هذا الاساس قد تصطبغ الطرق والمناهج بالاتجاه التحليلي العقلي او الاتجاه الحدسي او الاتجاه التجريبي .

٣ - مستوى تقدم الحضارة :

يؤثر مستوى التقدم الذي بلغته الحضارة في الموقف الذي يبدأ منه الفرد عملية الإبداع ، بحيث يمكن افتراض انه اذا وجد شخصان متشابهان ، لدى كل منهما الصفات الشخصية اللازمة للإبداع ، ولكنهما يختلفان في مكان مولديهما وزمانه ، فانه يتوقع ان ما يصدر عن أحدهما يكون مختلفا عما يصدر عن الآخر . وعلى هذا لا يمكن تصور ما يصدر عن العبقري ، في مجال الفن أو العلم إلا في ضوء ما سبقه من

Heliocentric hypothesis. (٦٣)

Heresy (٦٤)

(٦٥) أى المرقب الطيفي

حد المعيار للإبداع - مثل ما يختار كنماذج للرسم في معرض الفن الحديث - بينما تتجاهل بعض التجديدات نهائياً فتعجل بالقضاء عليها (Stein, M. I., Cultural Context of Crealín)

٤ - الفرص التربوية والخبرات المتاحة :

إذا كان الإبداع يعتمد على المعلومات الموجودة بالمجتمع ، فإنه لكي يظهر الإبداع لا بد أن يصل هذه المعلومات الموجودة الى الفرد المبدع الذي يشكلها تشكيلات جديدة . وهذه المعلومات قد تنقل خلال العلاقات الرسمية او غير الرسمية بين الافراد وهنا نسير الى أهمية العلاقات الرسمية التي تسهم فيها امكانيات المجتمع . ذلك أنه كلما زاد عدد من تتاح لهم فرصة نحصيل التراث الحضاري ، زادت امكانيات التطوير الإبداعي . ومع ذلك فإننا نجد في مختلف المجتمعات قيوداً على عدد الاشخاص الذين تتاح لهم فرصة المعرفة التي يرغبون في تحصيلها والتي تلزم للإبداع وعلى نوع هؤلاء الاشخاص ، كأن يشترط فيهم ان يكونوا من طبقة معينة أو جنس معين أو لون معين أو يستطيعون أداء أموال معينة الخ - وقد تطول أحياناً فترة التدريب بحيث ينشغل الفرد بمجرد انتهائه من التحصيل بحاجاته اليومية لتعويض ما فاتته مما يشغله عن الإبداع (المرجع السابق) .

وفي ضوء الظروف الحضارية العامة التي تحدد للأفراد - الذين تتوفر فيهم مواصفات أو شروط خاصة - أدواراً معينة ترتبط بما يتاح لهم من أنواع الخبرات ، نستطيع ان ننظر الى نتائج البحوث التي يقارن فيها بين الذكور والاناث ، والتي تدل على ان الذكور أكثر بفضلاً في القدة على الإبداع من الاناث ، بطريقة ذات دلالة ، في حل المشكلات ، حتى مع مراعاة تماثل كل من الذكور والاناث في الذكاء والقدرات المختلفة والمعلومات النوعية المتصلة بهذه المشكلات .

(Sureeny, E, J., 1953 ; Carey, G. L., 1958)

الطبيعية . وما أدى اليه التقدم الصناعي من خدمات جليلة تساعد على ظهور الإبداع ، ولنا ان تصور مدى التقدم الذي حدث بعد ظهور الطباعة ، وما حققه ذلك من فرص اطلاع العقول التي يحتمل ان تكون مبدعة على الأفكار المفيدة ، وكذلك ظهور الآلات الحاسبة الالكترونية شديدة السرعة ، التي تقوم بعمليات تمثل بعض جوانب عملية التفكير ، مما قدّم أجل الخدمات للعلم بسبب سرعة انجازها للعمليات الحسابية والرياضية ، وحديثاً - بفضل جهود الرياضيين والمهندسين البارعين - اصبح لهذه الآلات الالكترونية مقدرة فائقة على التذكر - أكثر بكثير مما تستطيع ذاكرتنا - ، وعلى حل المشكلات الرياضية المعقدة ، مما يوفّر على العلماء الكثير من الوقت والجهد . بل ان التقدم الصناعي الحديث ساهم في تحرير الانسان من العمل البدائي ، واثاح له فرصة للفراغ يمكنه استغلالها في تكوين عادات عقلية مفيدة . هذا بالإضافة الى ما اسدها تقدم وسائل المواصلات ووسائل الاتصال من توسيع دائرة المتفاعلين بالعلم ، وسرعة الاتصال بين العلماء (Harmon, L. R., 1956) وحتى في مجال الفن ، فان اختراع انابيب الالوان جعل من الممكن لراسم المناظر الطبيعية ان ينجز رسمه مباشرة من الطبيعة .

على ان الحضارة عندما تصل الى نقطة تبدأ عندها في التدهور ، او عندما تصل الى درجة التشبع ، حيث لا يمكن الاضافة الى مجالات النشاط التي بلغتها ، يصبح كل ما يظهر من أعمال تكرارياً !! وحتى اذا وجدت تجديداً - بعد ظهور مرحلة التشبع هذه - فإنه لا ينظر اليها عندئذ على انها تبلغ المستوى المرتفع للإبداع الذي بلغته الأعمال التي سبق وجودها . أي ان قوى حضارية لها أثرها هي التي تختار من بين التجديداً في هذه المرحلة فتتسامح مع بعض محاولات التجديد وتساندها ، وتساعد على ظهور صور جديدة ، أو ترفع بعضها الى

والجهد للحلول العاجلة ، فضلا عن توفير الأموال اللازمة للأدوات والمواد التي تستخدم في حل هذه المشكلات . على أن ظروف الحرب وحدها لا ينتج عنها بالضرورة زيادة الإبداع، لأن الحرب مع أنها قد تدفع الى تنفيذ أفكار مفيدة لأفراد مبدعين واخراجها الى حيز الوجود - رغم ما تتطلبه من تكاليف - طمعا في فائدها ، فان هذه الظروف نفسها قد تستنفذ عدداً كبيراً من الأفراد ونقضى عليهم مما يقلل من المصادر المختلفة لظهور الافراد المبدعين . فضلا عما يتخذ بسبب الحرب من اجراءات أمن من شأنها أن تحد من حرية التعبير ومن ثم تقلل من فرص ظهور افكار جديدة .

٦ - العوامل الاقتصادية :

قد يكون للعوامل الاقتصادية تأثير مباشر على الإبداع ، عندما نشجع هيئات معينة انتاج اعمال ابداعية بعينها ، عن طريق اجزال العطاء مقابل انتاج هذه الاعمال ، مما يؤدي الى التركيز على انتاجها وتنميتها . كما قد يكون لهذه العوامل الاقتصادية تأثير غير مباشر على الإبداع، عندما يؤدي توافر الظروف الاقتصادية الملائمة الى ازالة بعض العقبات أمام الإبداع ، مثل اناحة وقت الفراغ أو توفير الطاقات للاعمال الابداعية .

٧ - التنظيم الاجتماعي (٦٦) :

يتميز الافراد من مختلف الطبقات والطوائف الاجتماعية بأنواع من الامتيازات والالتزامات وقد يؤدي هذا التمايز الى الحد من الاتصال بينهم ، وبالتالي يؤدي الى الحد من البيانات والخبرات المسيرة لفئة من الفئات ، مما يقلل من كمية التنبيه التي تتعرض لها هذه الفئة ، فتقل بالتالي فرص الإبداع لدى أفرادها . وعلى العكس من ذلك ، قد يؤدي هذا الى حث

ومن هذه البحوث ذلك البحث الذي أجرى في جامعة كاليفورنيا وتبين منه ان عدد المتفوقين في التفكير الابداعي من الذكور أعلى بكثير من عدد الإناث ، وان كانوا - اي الذكور المتفوقين في الإبداع - يميلون للحصول على درجات مرتفعة على مقياس الميول الانثوية ! ويعلق « د . تيلو » على هذه النتائج بأنه مع عدم استبعاد أثر العامل البيولوجي ، يميل الى الاعتقاد بأن الفروق بين الجنسين انما ترجع الى الفروق في خبرات كل من الذكور والإناث في الحضارة المعاصرة .

وبناء على هذا نستطيع ان نتوقع ان يتفوق الإناث على الذكور ، اذا قدمت لكل منهم أنواع من المشكلات التي تراكمت لدى الإناث عنها خبرات على مدى الأجيال ، مثل : حسن التصرف في مشكلات الحياة اليومية ، وغيرها من المشكلات التي تكون المرأة مدربة عليها غالباً او طرفاً فيها وتحلها في اطار الدور الاجتماعي المحدد لها الخ . وقد تأيد هذا التوقع الى حد كبير من خلال بحث قامت به الباحثة المصرية ناهد رمزي (رسالة ماجستير غير منشورة ١٩٧٢) .

٥ - العوامل السياسية :

تمتد النظم السياسية - التي نحمل حقوق الانسان وتضمن حريته في التعبير عن نفسه - الشخص بشعور بالطمأنينة والاستقلال ينعكس في أنواع نشاطه الأخرى . وعلى العكس من ذلك ، فان النظم السياسية التي تضع قيوداً على التفكير ، قد تؤدي الى الحد من مجالات التعبير والتجريب والتجديد . كما ان ظروفاً سياسية أو قومية معينة ، قد تدفع الى تعبئة الطاقات والى تشجيع المبدعين في مختلف المجالات . وقد تخلق الحروب حاجات ومشكلات مما يدفع عدد كبيراً من الافراد لبذل

المجتمع—هذا فضلا عن تأكيد حقوقها الانسانية المتروعة في التعليم والعمل .

وبعد . . لعل هذا المقال قد تمكن من اعطاء صورة واضحة على قدر الامكان عن أهمية الفكر الابداعي في المجتمع الحديث ، ومن ازاحة بعض الأستار - بطريقة علم النفس الحديث - عن طبيعة هذا التفكير والسياف الاجتماعي أو الظروف الاجتماعية التي يمكن أن ينمو فيها .

على أمل أن تلحق مجتمعاونا العربية بركب الانسانية وتحقق نموذج المجتمع العربي الحديث الذي يدعم الابداع ويدعمه الابداع . . بحيث يتصل حاضر أمتنا ومستقبلها بماضيها المجيد . ،،،

بعض الأفراد على الابداع وتركيزهم لجهودهم وطاقتهم لهذا الفرض ما دام الحراك الاجتماعي (٦٧) - الى فئات أعلى ممكنا عن هذا الطريق ، على أن هذا يتطلب جرأة نادرة للنفوذ الى الفردية والابداع دون اعتماد على ضمان من المركز الاجتماعي (نفس المرجع السابق) .

وقد ظهر حديثا اتجاه يلح على أهمية العناية بالفئات الاجتماعية والطبقات المهضومة الحقوق - حتى في أكرس المجتمعات نمواً من الناحية الاقتصادية - (مثل الزوج بالولايات المتحدة الأمريكية) ، من أجل ما يمكن أن تسهم به هذه الفئات الاجتماعية ، المهضومة الحقوق في تنمية طاقت الخلق والابداع في المجتمع بأسره ، اذا أتاحت لها نفس الفرص المتاحة لبقية فئات



(المراجع Reference)

- سويف (مصطفى) الاسس النفسية للابداع الفنى والشعر خاصة ، القاهرة دار المعارف ، ١٩٧١ .
- سويف (مصطفى) قياس قدرات الابداع الفنى ، مجله الفكر المعاصر ، فبراير ، ١٩٧٠ .
- السيد (عبد الحليم محمود) الابداع والشخصية ، دراسة سيكولوجية ، القاهرة دار المعارف ١٩٧١ .
- رمى (ناهد) : دراسة تجريبية للفروق بين الجنسين في العدرات الابداعية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة القاهرة ، ١٩٧٢ .
- ANDERSON, H. (ed.) **Creativity : and Its Cultivation**, New York, Harper, 1959.
- ARASTEH, A. Rand Arasteh, J. D. **Creativity in The Life Cycle**, E. J. Brill, Leiden, 1968.
- BERGSON, H., **L'evolution Creatrice**, Press Universaire de France, Paris, 1948.
- BRONOWISKI, J., The Creative Process, **Scientific American**, 1958, 3, PP. 59—65.
- BURT, Cyril, Critical Notice, The Psychology of Creative Ability, **Brit. J. Educ. Psychol**, 1962, 32, 3, pp. 292—298.
- CAREY, G. L. Dex differences in Problem solving as a Function of attitude differences. **J. Abno. Soc. Psychol** 1958, 56 : 256—260.
- DUNNETTE, M. D. Are meetings any good for solving problems ? **Personnel Administration**, March-April, 1964, 12—29.
- GUILFORD, J. P. Creativity, **Amer. Psychol.**, 1950, 5, 444—454.
- GUILFORD, J. P., **The Structure of intellect. Psychol. Bull** 1956. “ b ” 53., 267—293.
- GUILFORD, J. P., Frick, J. W. Christensen, P.R. and Merrifield, P.R., A factor-analytic study of flexibility in thinking. Univ. Southern California, **Rep. from the Psychol. Lab. No. 18** 1957. “ a ”
- GUILFORD., J. P., A Revised structure of intellect, **Report from the Psychological laboratory No. 19**, Los Angeles Univ. of Southern California, 1957. “ b ”.
- GUILFORD, J. P. Traits of Creativity. In H. Anderson (Ed.), **n Creativity and its Cultivation**. New York, Harper, 1959, (a). PP. 142—161.
- GUILFORD, J. P. Three faces of intellect **Amer. Psychol.** 1959, “ b ”, 14, 8, 469—479.
- GUILFORD, J. P., and Merrifield, P.R., The structure of intellect model : its uses and implications. **Report from Psychol. Lab. No. 24** Los Angeles : Univ. of Southern California, 1960.
- HOEPENER, R. ; guilford, J.P. Merrifield, P.R. A factor-analysis of the Symbolic Evaluative Abilities, **Report from Psychol. Labor. No. 33**, 1946.
- KNAP, R. H. Demographic, Cultural and Personality Attributes of Scientists, in **the 1955 Utah Conference on the Identification of Creative Scientific Talent**, Salt Lake City : Univ. Utah Press, 1956.

- MAYMAN, Martin ; Shafer, Ray ; Rapaport, D., Interpretation of the Wechsler-Bellvue Intelligence Scale in Personality Appraisal, in : Anderson, H.H. and Anderson, G.L. **An Introduction to Projective Techniques**, New York, Prentice-Hall, 1951.
- PARLOFF, M. B. & Handlen, J. H. The influence of criticalness on creative problem-solving in dyads. **Psychiatry**, 1964, 27, 17—27.
- PARNES, S. J. and Meadow, A. Effects of “ Brainstorming ” instructions on creative problem solving by trained and untrained subjects, **J. Ed. Psychol.**, 50, No. 4, 1949.
- PARNES, S. J. The deferment-of judgment principle : Clarification of the literature, **Psychol. Reports**, 1963, 12, 5 é1-522.
- STEIN, M. I. The Creative Process, paper presented at the University of Chicago—Business School, **McKinsey Seminar on Creativity**, February 1—3, 1962.
- STEIN, M. I., **Cultural Context of Creativity**, a paper prepared while The author was a Fellow at the Center for Advanced study in the behavior sciences, (Mimeo).
- SWEENEY, E. J. **Sex Differences in Problem Solving**, Department of Psychol., Stanford Univ., Stanford, Calif., 1957.
- TAYLOR, C. W. (ed.) **Creativity and potential**, Mc Graw-Hill, New York, 1964.
- TAHLOR, D. W. Variables related to creativity productivity among men in two research laboratories. In : C. Taylor (Ed.), **The 1957 Univ. of Utah Research Conference on the Identification of Creative Scientific Talent**. Salt Lake City Univ. Utah Press, 1958, 20-54.
- TAYLOR, D. W., Berry, P.C. & Block, C. H. Does group participation when using Brainstorming facilitate or inhibit creative thinking ? **Admin. Sci. Quart.** 3 : 1958, 25-47.
- TAHLOR, D. W. Thinking and creativity. **Ann. N.Y. Acad. Sci.**, 1960, 91, 108-127.
- TAHLOR, C. W., and Williams, F. E. (eds.) **Instructural Media and Creativity**, John Wiley, New York, 1966.
- TERRANCE, E. P. **Guiding Creative Talent**, New Jersey, Prentice - Hall, Inc., 1964.
- WILLIAMS, F. (Ed.) **Creativity at Home and in School**, St. Paul, Minnesota : Macalester Creativity Project, Macalester College, 1968.

★ ★ ★

بيكاسو

أحمد مرسى

وبصديقاته « . ويمضى اهرنبورج ، فى نساؤلاته قائلا : « حقا ، ان الذين تصدوا للكتابة عن بيكاسو كثيرون ، ومن بينهم اصدقاء وثيقو الصلة بالفنان ، والبعض ممن التقوا به أو رأوه بمحض الصدفة . لكن ليس هذا هو السبب الذى جعلنى أشعر بصعوبة التحدث عن بيكاسو . فكم من المرات خيل لى ، كما يحدث لغيرى من الكتاب ، عندما أتهيا للجلوس الى مكتبى ، أن الموضوع الذى كنت بصدد

فى عام ١٩٦١ ، وبمناسبة الاحتفال بمرور ٨٠ عاما على مولد الفنان بابلو بيكاسو ، تساءل الكاتب (١) السوفييتى اليا اهرنبورج « لماذا أتسر بصعوبة عند الكتابة عن بيكاسو ؟ ربما لأنه ذائع الصيب ، أو لأن مئات الكتب قد كتبت عنه ، أو لأن هناك العديد من الدراسات المطولة ، لا المتعلقة بكل عمل من أعماله فحسب ، بل والمتعلقة أيضا بكل محترف عمل فيه ، بكلايه ، بحمامانه ، وبقبعانه

(١) Ehrenbourg, Flya ; " Ce Jeune Homme,," Le Lettres Francaises, 26 Octobre (١) au 1er novembre 1961 No. 898 (Special pour les 80 ans de Pablo Picasso) 80 ans.

« هل من العدل في شيء أن نخلع نعت « المدمر » على رجل مؤجج بالظماً الى الخاق ، على رسام لم يفعل شيئاً ، طوال حقبة تنوف على الستين عاما ، وبدون انقطاع ، غير البناء . رسام ظل يبنى دائماً ، رسام انضم الى رفقة الشيوعيين ، بدون أن يفاضل بين عميدتهم وبين الفوضوية واللامبالاة أو النشاؤمية التي تستهوي الفنان في العادة ؟

« في الوسع القول - وهذه هي الحققة - أن بيكاسو يشعر بالتجدد داخل محترفه ، وأن الجهل في العالم الاستيطقي، لبعض «قضائه»، يزعجه ، وأنه يفضل الوحدة على الاجتماعات والمؤتمرات . ومع ذلك ، كيف ننسى انفعاله خلال سنوات الحرب الاهلية الاسبانية ؟ كيف ننسى حماماته ، ومساهمته في حركة انصار السلام ، وبطاقة عضويته للحزب ، وملصقانه، ورسوماته، من أجل الانسانية ، وما الى ذلك من مواقف أخرى ؟

« خلال حقبة مونمارتر (الباتو - لافوار Bateau-Lavoir) التي لم اعاصرها ، وخلال حقبة « الروتوند La Rotonde » التي حاولت وصفها ، كنا سبانيا ، مولعين بالتجوال ، كما كنا نشتهر « بالشباب الرنة » . لكن بيكاسو احفظ بولعه بالمزاج والمخاتلة حتى سن الثمانين . واليوم أيضا ، يقف عارياً امام عدسات التصوير ، ويداعب ضيوفه المرموقين ، ويشترك في مباريات مصارعة الثيران . لقد انجز سلسلة من اعمال الحفر باسم « **الرسام وموديله** » . وهنا يستدعى الرسام تارة روبنز Rubens ، وتارة أخرى ماتيس Matisse في شيخوخته ، ونستطيع أن نرى في أركانه موديلات عارية أو شخصاً لفيلاسكويز Velasquez أو غيره من أساتذة التصوير الشيوخ ، وبينهم دائماً يظهر قرد ، وهذا القرد شبيه بيكاسو (انه يضحك على نفسه ، ولكنه في نفس الوقت ، واثق كل الثقة ، ومزهو كل الزهو بتخصصه) . واذا استمعنا الى بيكاسو ، لا يستطيع المرء أن يحدد بدقة متى انتهى من

معالجته ، سبق أن عولج منذ وقت بعيد . من المؤكد ، أن وصف أمطار الخريف البسيطة ، لأمر أكثر صعوبة من وصف اقلاع طائرة نفاثة . ومع ذلك سأحاول ، في هذا المقال ، أن أتحدث عن أشياء معينة ، تحدث عنها آخرون من قبلي ، وعلى نحو أفضل . أن الصعوبة هناك . انها كامنة في بيكاسو نفسه .

« ذات يوم قال لي فنان - يعد من الفنانين العظام - « بيكاسو عبقرى ، لكنه لا يجب الحياة ، ومع ذلك ، فالفن تأكيد للحياة » . هذا صحيح ، كما أنه صحيح أيضا ، أن بيكاسو يحب حباً جما ، الناس والطبيعة والفن والحياة ، وهو لا يهدأ أبداً ، لأنه يتمتع بفضول المراهق . أن كثيراً من لوحاته ، لا تحدثنا عن جمال الوجود فقط ، ولكنها تحدثنا أيضا عن الحرارة التي تستنصرها الحواس ، عن ذوقه ، عن عبقه . وقد أبرز ، أولئك الذين كتبوا عن بيكاسو ، ميل الفنان الى تشريح العالم المرئي ، والى تفكيك أوصال الطبيعة والاخلاق على حد سواء ، والى هدم كل ما هو قائم ، البعض أدرك قوة وطبيعة الفنان الثورية ، والبعض الآخر تحدث بسخط أو أسف عن « روح التدمير » عنده ، وفي نهاية الأربعينات ، وبينما كنت أقرأ آراء بعض نقادنا عن موضوع بيكاسو ، روعت لأحكامهم التي جاءت متفقة مع آراء تشرشل وثرومان (كان الاول رساما ، والثاني موسيقيا بالهواية) اللذين أدانا بيكاسو التائر . لقد شعرت ، أكثر من مرة ، بقوة بيكاسو التدميرية . لقد مرت حقبة ، لم أكن أشعر خلالها ، بغير هذه القوة في أعماله ، ومع ذلك ، كانت هذه الاعمال تملأني بالبهجة والالهام . الا أن هذا الاحساس ، كان مرجعه الى سيرتى الذاتية ، وليس الى بيكاسو ، (حقيقة هناك بعض أعمال لبيكاسو التي أشعر أنه لا يمكن تقبلها ، ولست أدري ما الذي يجعل طلعة امرأة فائنة ، خليقة بالكرامية منذ الوهلة الاولى) .

التي أشار فيها الى « ميل الفنان الى تشريح العالم المرئي ، والى تفكيك اوصال الطبيعة والاخلاق على حد سواء ، والى هدم كل ما هو قائم » .



درج النقاد والمؤرخون على تقسيم انتاج بيكاسو الى عهود متعددة ، وفقا لخواص كل عهد ، مثل العهد الازرق والعهد الوردى والعهد التكميبي والكلاسيكية الجديدة ، الى ما هنالك من عهود اخرى في حياة الفنان الخصيبة . واذا حاولنا ان نمسك بأيدينا طرف خيط هذا الميل الى تشريح العالم المرئي ، لما وجدنا أية مشقة في ذلك . فخلال الفترة فيما بين عام ١٩٠٠ ، وهو تاريخ رحلته الاولى لباريس وعام ١٩٠٧ حيث رسم بيكاسو لوحته التاريخية « فتيات افيشيون » ، لم يخرج انتاج الفنان على النظرة المؤلففة للفن ، ولم يكن يختلف كثيرا عن انتاج غيره من فناني مدرسة باريس . بل انه بالرغم من نبوغه المبكر لم يسلم في بداية حياته من التأثر بفناني عصره الكبار مثل « شتاينلين » و « تولوز لوتريك » و « فان جوخ » و « فوييار » . وقد تجلت هذه التأثيرات في لوحاته التي عرضها في جاليري « فولار » في باريس عام ١٩٠١ . كما لم تخرج موضوعات لوحاته عن الموضوعات التقليدية الشائعة بين معاصريه مثل مشاهد الملاحى الليلية وسباقات الخيل والمناظر الطبيعية وصور الزهور .

وفي خريف ١٩٠١ ، كان بيكاسو (٢) قد وضع قدميه على طريق « العهد الازرق » فاختفت مشاهد الشوارع الملونة البهيجة والبورتريهات الرائعة التي كان يرسمها الفنان منذ بضعة أشهر ، لتظهر شخصيات يمرقها الاسى أو الجوع في عالم تصبغه الزرقة .

مزاحه ، لأنه يعرف كيف يمزح بجدية شديدة، ويعرف كيف يقول أشياء جادة على نحو يجعل المرء يتقبلها كأنها مجرد مزاح » .

ويختتم ايليا اهرنبورج كلماته بتساؤل أخير ، فيقول : « كيف يجب ان ينطق اسم « بيكاسو » . هل يجب التشديد على المقطع الأخير او قبل الأخير ، أو بقول آخر ، ما هي هويته ، هل هو اسباني أم فرنسي ؟ »

ويجب على تساؤله بقوله ، « انه لا مرأه اسباني ، من حيث مظهره الفيزيقي ، ومن حيث شخصيته ومن حيث فظاظه واقعيته ، ومن حيث عاطفته المشبوبة ، ومن حيث سخريته العميقة والخطرة » .



اخترت هذه الدراسة المقتضبة والعميقة لاليا اهرنبورج ، لأنها في الواقع ترسم شخصية الفنان بخطوط عريضة ، ولعل عشرات بل مئات النقاد والمؤرخين الذين تصدوا للكتابة عن الفنان لم يأتوا لأى منهم أن يضع يده على مفاتيح شخصية بيكاسو بهذه البساطة والسهولة . ومع ذلك ، فمن المؤكد أن كل نقطة من النقاط التي أثارها الكاتب ، في حاجة الى أن تفرد لها دراسة متأنية ومستفيضة .

وإذا كان ايليا اهرنبورج ، صديق الفنان ، قد هاله الاحساس بصعوبة الكتابة عن بيكاسو ، فما بال كاتب عربي ، لم ير من أعمال الفنان رأي العين ، الا أقل القليل مما في حوزة متاحف العالم .

لذلك سأحاول قدر الجهد أن أقصر هذه الدراسة على جانب واحد من جوانب هذا الفنان المختلفة . والموضوع الذي اخترته هو تحليل للعبارة التي جاءت في مقال ايليا اهرنبورج

ان لوحة « رأس امرأة باللون الاحمر » عام ١٩٠٧ ، والتمائيل الصغيرة التي نحتها في الخشب ، والقناع البرونزي الذي يرجع الى نفس العام ، كل هذه الاعمال تتميز بقيمة « فطرية » ، من المحتمل ان يكون الفنان قد استوحاها من جوجان ، وليس من المنحوتات الافريقية ، بالرغم من أن العهد الذي يبدأ بعام ١٩٠٧ يسمى أحيانا بالعهد الزنجي .

هل حقيقة أن ماتيس هو الذى عرف بيكاسو على الفن الافريقى ؟ لقد تصادق الفنانان فى عام ١٩٠٦ . والمعروف أن ماتيس هو الذى اكتشف فى محل الاب سوفاج الكائن فى شارع « دى رين » تمثالا من ساحل العاج ، اطلع صديقه عليه . لكن بيكاسو أكد أكثر من مرة أنه لم يتأثر بالفن الافريقى قبل عام ١٩١٠ . لذلك يشعر المرء بالبلبله عندما يلاحظ الجانب الايمن من لوحة « فتيات أفينيون » التى يرى فيها عدد كبير من النقاد ارهاصات التكميية ، وكذلك جميع الدراسات التى أنجزها الفنان خلال هذه الحقبة ، وبصفة خاصة لوحة « الرأس » التى تشبه الى حد كبير القناع الافريقى . كل هذه الاعمال تكشف عن علاقة ما تربطها بقطع النحت التى جلبها المستعمرون من افريقيا .

ان لوحة « فتيات أفينيون » ، على أية حال ، تكشف بصورة أكثر حسما ، من ميول تركيبية أكثر مما تكشف عنه لوحة « جيرترود شتاين » أو لوحة « صورة ذاتية » اللتان ترجعان الى عام ١٩٠٦ .

لكن قبل أن نتعقب نضال بيكاسو من أجل خلق رؤية جديدة وتسجيل وصفى جديد للعالم الخارجى ، علينا أن نجيب على بضعة تساؤلات هامة أخرى .

واستمر الفنان فى تشييد هذا العالم المأساوى الذى تقطر زرقته حزنا ووحشة وكآبة ، حتى عام ١٩٠٥ ، حيث بدأت تخفى فى اعماله نبرة القلق والتوتر . واختفى الشحاذون العميان والنساء الضامرات الحزينات الذين سادوا طوال العهد الازرق ، ليشيد الفنان عالما جديدا يتحرك فيه البهلوانات والفنانون الصعاليك المتجولون ، وامتزج الأزرق باللون الوردى ، للتخفيف من حدة الخشونة والوصول بتعبيره الى النبل .

وفى نفس (٢) العام عندما استشعر الفنان خطورة الاستمرار فى الطريق الذى شقه بأعمال العهدين الازرق والوردى ، حول بيكاسو حماسه لممارسة شكل من الفن ، كان قد عالجه لأول مرة فى عام ١٨٩٩ ، الا وهو النحت . وتمثال « البهلوان » البرونزي الذى نفذه فى عام ١٩٠٥ يبين مدى صعوبة محاولة التخلص من الوقوع تحت تأثير رودان . لكن « الرأس » التى ترجع الى عام ١٩٠٦ ، تحمل علامات خط معالجة طازج ، يتعارض مباشرة مع تأثرية رودان . وهذا العمل ، ذو الاهمية الكبرى بالرغم من صغر حجمه ، يكشف عن محاولة نحو التركيب والكثافة ، وهى بمثابة علامة تحول بيكاسو عن تكنيك الايهام الطبيعى . فمن الآن فصاعدا ستوجه جميع ملكاته نحو مشكلة الحجم الاساسية . وبعد أن كان لا يبدى اهتماما بالفورم التشكلى خلال السنوات السابقة ، بدأ فى عام ١٩٠٦ يبدى اهتمامه بالفورم وهو الاهتمام الذى لم يخامره وهن حتى نهاية حياته . فالتمايل واللوحات والرسومات ، التى أنتجها ، أملتها ، ما يمكن تسميته ، بالمتطلبات النحتية .

في الوسع الدفاع عن هذا الموقف بسهولة ، وبدون الاستناد على أساس عنصرى ، لأن « زولوفا » كان اسبانيا ايضا ، وقد ارتبط بالبرنامج التأثرى ، وليس بمجرد تبنى الموقف العاكس ، لأن افضل سبيل لتحطيم بقايا التأثرية ، كان بالتأكيد الانخراط في رمرة الحوسيين .

الحقيقة انه ما ان ادرك رسالته الخاصة ، وعلى امتداد حياته ، ظل بابلو بيكاسو اولا وقبل كل شيء ، فرديا ، تستهويه القيم التشكيلية للأشياء ، وبنيتها ، ومظهرها انخارجى ، والتعبير النحتى للشكال .

لم يعد يستهويه التدفق الوقتى للتصوير التأثرى ، ولم يعد يشعر بأى ميل الى الزخرفة والالوان المسطحة الخام والتخطيط الهزيل للحوشيين . لقد كان فنانا بلغ من الثقافة حدا جعله لا يقنع بالحس الخالص . فاذا كان لم يسهم في بحوث الحسيين ودعاة اللذة الحسية ، فيما عدا متعته الخاصة او اتخاذها كفعل تحدى ، واذا كان لم يمارس على الاطلاق الفن الزخرفى او الافراط فى استخدام اللون ليكون غاية فى حد ذاته ، فقد كان من جانب آخر ، مدركا لجميع الجهود التى تدور فيما حوله ، طالما انها تهتم بالفورم والفرغ والتكوين .

عندما كانت التكعبية فى مرحلتها المبكرة فى مراسم مونبارناس ، التقطها بيكاسو واعطاها عمقا اضافيا ، وأعلن قوانينها فافرضا اياها فى البداية على مونمارتر ، ثم على بقية انحاء العالم . وعندما كان فريسة للبلبله والشكوك ، كان الاساتذة الذين اتجه اليهم لالتماس النصح او المواساة ، هم **آنجر وسيزان وكوربيه** ، وغيرهم من التشييديين او المعماريين فى فن التصوير ، الذين كانوا من أشد دعاة « الفورم » حماسية . وعلى عكس فنون الشرق ، بهارمونياتها الهادئة والوانها الاحادية المترفة ، التى كانت ، مع ذلك ، تفتقر الى الثقل والتشكيل والعمق ، **اجتذبتة الفنون البدائية**

اننا امام شاب اسباني يستقر فى فرنسا ، يحنا عن مناخ ملائم لتطوير ملكاته الإبداعية . لقد بدأ ، بمحض ارادته ، الاتصال بالفن الفرنسى ، وبصفة خاصة التأثرية الفرنسية ، التى كانت قد وطدت اركانها فى ذلك الوقت ، ولم يعد يتحدى سيطرتها حتى الجمهور العام ، وهو نفس الجمهور الذى كان قد استقبل تلك الحركة الجمالية الجديدة بسخرية لاذعة .

ترى ما الذى جعل هذا الاسباني الذى يتمتع بدرجة كبيرة من الحساسية تجاه مختلف اتجاهات عصره والذى كان يرحب بكل تأثير ، لا يحاول ولو مرة واحدة ان يتابع تجارب **رنوار ومونيه وبيسارو ؟**

اذا كان قد بدا له ان هذا الاتجاه قد اسنهلكه الآخرون تماما ، لماذا اذن لم ينجذب الى صديقيه ماتيس وبراك ؟

لماذا رفض المشاركة فى « الحوشية » ، وكانت هذه الحركة الجديدة فى ذلك الوقت تجتذب عددا كبيرا من الفنانين الشباب الناضجين ، الذين قد نفصوا عن أيديهم كل آثار التراث القديم ، وكانوا يتطلعون الى شىء جديد تماما ؟

علينا ان لا ننسى انه ما من فنان كان فى قوة ملاحظة بيكاسو ، وفى قوة ادراكه لمكتشفات عصره ، وفى قابليته لاستقبال واستيعاب تجديده العديدة ، ايا كان منبتها . **ان هذا الرجل المستقل ، واسع الافق دائما ، اليقظ أبدا والسريع فى اقتناص كل ما يستطيع ان يستفيد منه ، مر على اساتذة المدرسه الفرنسية الموقرين ، بدون أن يلقى ولو نظرة واحدة على اتجاههم .**

لقد عاش بين طليعة الفنانين المعاصرين دون ان يشعر بأقل قدر من الرغبة فى اللحاق بركابهم ، بل انه لم يعبأ ، على أى نحو كان ، بمولد ونمو الحوشية .

الفطرى ، كما استلهم اعمال **جوجان** فى الحفر على الختسب ، ذات الطابع الغريب ، فأخذ عنها التخوص المبسطة والتشويبهات الجريئة وطريقة العرض الهندسية .

لوحة « فتيات أفينيون » ، هذه اللوحة العظيمة التى أفردت لها الدراسات العديدة ، تتمتع بأهمية كبرى ، نظرا لأنها الثمرة المحددة لرؤية أصيلة ، ولأنها تتم عن تغيير راديكالى فى الاساس الاستيطيقى ، الى جانب عمليات التصوير التكنيكية .

كانت (٤) قد مرت خمس سنوات على اتمام لوحة « فتيات أفينيون » عندما اعتبرها خطأ صديق بيكاسو الشاعر أندويه **سالون** ، عملا تجريديا تقريبا ، فبدت له مجموعة الساقطات ،

او **الفطرية** ، وبصفة خاصة النحت الأيبرى والزنجى ، او خزفيات ما قبل العصرى الكولومبى ، ولكنه لم يكن يتطلع دائما ، الا الى **الفنون الشكلية ذات الأبعاد الثلاثة** .

لقد حرره « عهد الوردى » من الواقعية التعبيرية التى اتسم بها « العهد الأزرق » ثم اعقب نمطية العهد الوردى الرقيقة ، بغنائية العهد الزنجى القوية .

ونعود لتتساءل هل كانت لوحة « فتيات أفينيون » بداية هذا العهد الزنجى ؟

لما كان بيكاسو قد انكر انه تأثر بالفن الزنجى فى ذلك الوقت ، فلا مناص من القول بأنه استوحى فى هذه الاعمال ، منابع الفن الأيبرى



شكل ١ - (فتيات أفينيون) ١٩٠٧

ولا جدال في أن الدليل على وجود الجمجمة عارية ، وعلامات بيضاء على لوح أسود . كان هذا بعد مرور خمس سنوات ، نرى ماذا كان الحال في البداية ، ومن كان في وسعه ان يتنبأ بالمدى الذى ستقطعه اللوحة ؟ بل من كان يتنبأ بأن مبدع هذا العمل الذى لم يكن يتجاوز السادسة والعشرين من عمره ، سيمتد به العمر ليتحدى سبعة عقود من الفن التجريدى؟

هناك نتيجتان هامتان :

أولا - بسقوط المضمون الادبى ، مع تطور العمل ، أصبحت لوحة ((قتيبات أفينيين)) أهم نقطة تحول في تطور فن القرن العشرين حتى الآن ولوحة (جولدينج) Golding - أصبحت بمثابة القياس بالنسبة للفن الحديث بأكمله ، أى الإبعاد عن « الدلالة » نحو التجريد الاستشهادى الداتى .. بل ان عنف المشهد المصور ، قد فسر بأنه تحرير للطاقات الشكلية ، فلم تعد هذه الطاقات مقيدة بالمضامين المسيطرة .

ثانيا - تبين النتائج التى توصل اليها الفنان ، تجاهله للتخطيطات العديدة والجيدة التى أعدها في مراحل تحضير العمل . واذا كانت اللوحة تعكس تحرر الفنان من الهدف الرمزي الخاطيء ، فالمعتقد أن تلك التخطيطات لم تسجل أكثر من البداية الزائفة ، فضلا عن أنها لم تكن ارهاصاً بهذا البناء التكميلى الذى جعل اللوحة عملاً تاريخياً .

ومع تطور ونضوج الاسس النقدية ، بدأت التساؤلات حول العمل تتشكل تدريجياً . وقد طرحت الاسئلة التى نوقشت ثم طرحت اجاباتها ، وكانت جميعها تتعلق بتاريخ اللوحة ، وما أخذته عن سيژان Cezanne ، وتأثيرها بفنون الحضارات الايبيرية والافريقية - وقبل كل شيء طفرتها الى التكميبيه .

لقد كان الشيء الذى يتطلب التأكيد ، هو اتجاه العمل ، ونقاط انطلاقه ، وكما يحدث مع المسافر الترانزيت ، لم يطلب من العمل غير تحديد نفسه ، باستفسارين ، من أين وإلى أين .

« مجردة بقرىبا من الانسانية ... مشكلات عارية ، وعلامات بيضاء على لوح أسود » . كان هذا بعد مرور خمس سنوات ، نرى ماذا كان الحال في البداية ، ومن كان في وسعه ان يتنبأ بالمدى الذى ستقطعه اللوحة ؟ بل من كان يتنبأ بأن مبدع هذا العمل الذى لم يكن يتجاوز السادسة والعشرين من عمره ، سيمتد به العمر ليتحدى سبعة عقود من الفن التجريدى؟

لم يمض وقت طويل ، حتى اعتذر كاهنوبلر عن رأيه الذى أعلنه فيما قبل بخصوص اللوحة . وبالرغم من انه كان يعتقد أنها غير تامة ، وفتقر الى الوحدة ، الا أنه اعترف بأنها نضال خرافى يأتس مع كل مشكلات التصوير الشكلية برمتها ، وأثنى على جانبها الايمن بوصفه « بداية التكميبيه » .

وخلال السنوات الخمسين التى تلت ذلك ، أصبح اتجاه النقد غير قابل للنقض ، فاعتبرت اللوحة انتصارا للشكل على المضمون ، وعلى كل من يريد أن ينظر الى العمل نظرة ذكية ، ان ينظر اليه محللا الى طاقات تجريدية .

ولعل ما يبرر التردد في البحث عن مستويات أخرى ، ما كان معروفا من مراحل تخلق العمل نفسه . فالاعداد الاولى للمشروع ، كان يتضمن رجلين ، احدهما بحار يجلس الى مائدة في الوسط ونايهما رجل يدلف الى المشهد من اليسار حاملا جمجمة في يده - كايحاء رمزي للموت فيما يبدو . وقد اعتقد الفرد بار Alfred Barr أن بيكاسو كان يتخيل اللوحة كنوع من التذكرة بالموت . ولكنه اردف يقول « لقد استبعدت بعد ذلك جميع التضمينات ذات التضاد الاخلاقى بين الفضيلة (الرجل الذى يحمل الجمجمة) والرذيلة (الرجل المحاط بالماكولات والنساء) ، استبعدت في سبيل تحقق تكوين تشخيصي شكلى خالص ، يتحول مع مراحل تطوره شيئا فشيئا الى تكوين منزوع الانسانية تجريدى » .

هل هذه اللوحة التى تعد أول « عمل ينتمى حقيقة للقرن العشرين » (اى. فراى) بدأت كمجرد تأكيد غير صادق للموعظة المعروفة التى تقول « ان ثمن الخطيئة هو الموت » - والتضاد بين الرذيلة ، ممثلة فى متعة الأكل والنساء ، والفضيلة ، ممثلة فى التأمل فى الموت ؟

هل حقيقة أن الفنان ، فى هذه اللوحة التى تعد أول عمل تكعيبى ، قد « تحول من التعبير الذاتى » (سبارتس) ، غير عابىء بالموضوع أو المحتوى أيا كان نوعه ؟

وأخيرا ماذا عن العديد من الرسومات المتعلقة بالعمل ؟ فضلا عن رسومات الشخصيات الفردية أو تفاصيل الشخصيات ، ودراسات التكوين الكامل التى تربو وحدها على تسعة عشر رسما . وقد نشر بار Barr ثلاثة رسومات منها فى عام ١٩٣٩ (أشكال ٥٤ و٥٥ و٥٦) . وقد ظهرت بالإضافة الى ثلاثة عشر رسما آخر فى المجلد الثانى من كتاب **لوج زيرفوس Zervos** فى عام ١٩٤٢ ، وظهر رسمان آخران فى المجلد الملحق رقم ٦ عام ١٩٥٤ ، بينما نشر رسم اكتشف حديثا فى عام ١٩٧٣ .

فهل هذه الرسومات التسعة عشر ، تكشف عن تطور جلى ، وهل تلقى دراستها الضوء على مخنوى فكر بيكاسو ، بينما كانت لوحة « فتيات أفينيون » تتخلق فى ذهنه ؟

يقول الناقد الأمريكى ليو شتاينبرج Leo Steinberg الذى طرح كل هذه التساؤلات ، اننى أعتقد أن الرسومات المذكورة تعنى الكثير . كما أنى مقتنع بأن اللوحة تتضمن ما هو أبعد ، حتى فى جانبها الشكلى ، مما تسمح به عبارة « أول عمل تكعيبى » .

من المؤكد أن نقطة الضعف الرئيسية لاي تحليل يقتصر على الجانب الشكلى ، هى عدم ملاءمته لفاياته . مثل هذا التحليل ، الذى

ولكن اللوحة ، بعد خمسة وستين عاما تستحق طرح مجموعة جديدة من الاسئلة . مثلا : تلك الشخصيات الخمسة التى تصورها ، هل يجب أن تكون شخصيات عاهرات ؟ هل كان فى الوسع انجاز التأثيرات التكعيبية الاولية فى النصف الايمن من اللوحة - تكسير الكتلة وتساوى الاجزاء الصلبة مع الفراغات - بمجموعة من لاعبي الورق ؟ واذا كانت الفكرة الاساسية مستمدة من تكوينات سيزان للمستحمين والمستحمت ، لماذا هذا التحول من الهواء الطلق الى داخل البيت ؟

لماذا مازال يبدو الفضاء التصويرى مثل مشهد مغلف بالستائر - وهو أقرب مايكون الى الفن الباروكى - فى لوحة كان يجب أن ينصب اتجاهها المحدث على السطح المنبسط ؟ وتلك الاقنعة فى الجانب الايمن ، هل هى موجودة هنا ، لانه تصادف أن كان بيكاسو يعمل فى هذه اللوحة عندما اكتشف الفن الزنجمى ، لذلك ضمن عمله هذا الحافز الجديد بغض النظر عن عدم ملاءمته لداخل الماخور البرشلونى ؟

هل تشريحات اولئك النسوة ، فى تحولها خلال المدة من ١٩٠٦ الى ١٩٠٧ ، كانت مجرد تغير فى الذوق أو فى استبدال التعبيرية المجردة للزوايا الحادة بالاستدارات التشريحية ، أو هل هذه التغيرات المورفولوجية ، استعارات لحالات للوجود الانسانى ؟

وحيث أنه لا توجد لوحة أخرى ، تواجه المشاهد بكثافة مقارنة ، فكيف تتفق هذه الكثافة مع الاغراض التجريدية التى تعزى فى العادة لفتيات أفينيون ؟

هل التحول الطرازى الذى يشطر اللوحة الى شطرين منفصلين ، نتاج تطور بيكاسو الحاد أو أن هذه الطرز المختلفة تحقق فكرة شاملة ؟

لكن توزيع الشخوص يتم عن تأثر بيكاسو بالاسلوب الباروكي في توزيع المجموعات ، ولا يتضح هذا في طوبوغرافية أرضية اللوحة وحدها ، بل أيضا في وحدتها كموقف مسرحي . لقد شاهد بيكاسو مثل هذه الاعمال السردية في بداية حياته في متحف البرادو Prado ، الا ان هناك فارقا هاما بين العمل الباروكي وبين لوحة بيكاسو ، ففي العمل الاول ، ينظر المتشاهد الى العمل من الخارج ، ولكنه ليس هناك .

اما بالنسبة للوحة « فتيات أفينيون » ، فهذه القاعدة للفن السردى التقليدى ، تخضع لمبدأ مقابل مضاد للسرد ، فالشخوص المتجاورة لا تتفاسم مساحة مشتركة أو فعلا مشتركا ، ولا يتصل بعضها ببعض ، كما أنها لا تتلاحم في عمل واحد ، ولكنها ترتبط مع المشاهد منفردة وعلى نحو مباشر .

ان التفكك التعمد فيما بين كل منها ، هو الوسيلة لالغاء المسؤولية عن وحدة الفعل على

يشيخ الطرف عن الكثير ، ينتهى به الامر بالعجز عن الرؤية الكافية . لانه كما يخيل لى ، أيا كانت فكرة بيكاسو الاستهلاكية ، فانه لم ينصرف عنها ، ولكنه اكتشف وسائل أكثر قدرة على تحقيقها .

مامن لوحة حديثة أخرى تربطك بهذه الفورية الوحشية . فالشخوص الخمسة المصورة ، واحدة تزيح ستارة لتجملك ترى ، ونائية تندس من الخلف ، والثلاث نساء الاخريات يحدقن فيك . ان وحدة اللوحة ، التى اشتهرت بتفككها الطرازى الداخلى ، تكمن قبل كل شيء في وعى المساهد المأخوذ الذى يرى نفسه منظورا .

وللحكم على المسافة التى قطعها المشروع منذ الاستهلال ، علينا أن ندرس النكوين المبكر الذى ظل مجهولا حتى الان (شكل ٣) : نشاهد سبعة شخوص موزعين في مكان داخلى ، تحد الستائر خلفيته في العمق والموضوع ، مشهد في ردهة ماخور ، حيث يهم رجل بالدخول .



شكل ٢ - دراسة لفتيات أفينيون

العميق لهذه المدرسة المحلية - التي وصفها بأنها أكثر التعبيرات عن العبقرية الهولندية أصالة - كان محاولة جريئة لتحرير أسلوب للتصوير ، كان يبدو دائما من وجهة نظر مقاييس التكوين الايطالية نشازا وبدائيا . وقد بين **ريجل** Riegl أن الفن الهولندي ، حتى في سردياته الدينية التي تنتمي للقرن الخامس عشر ، كبح المواجهة الدرامية التي تعبر عن ارادة ، وتنسيق الفعل ورد الفعل الاستجابي الذي يقر بالقوة الموحدة للحدث . وبدلا من المشاركة الايجابية والسلبية المتدرجة ، جاهد الفن الهولندي ، على عكس ذلك ، لكي يسقط على كل شخص حالة من الانتباه الاقصى ، أي حالة ذهنية تبدد التمييز بين الايجابي والسلبى . ان انكار العلاقة النفسية بين الممثلين ، واستقلالهم المتبادل ، وانفصالهم الرشيق حتى عن أفعالهم - وعجزهم عن المشاركة المشتركة في فضاء موحد - كل هذه العوامل « السالبة » قد وثقت من التأثير

عائق الاستجابة الذاتية للمشاهد . أما الحدث ، لحظة الفطس ، الظهور المفاجيء - فلا يزال الموضوع - ولكنه دائر من خلال تسعين درجة تجاه مشاهد افترض أنه قطب اللوحة العكسى .

ان التحول السريع بين هاتين النظريتين المختلفتين ليس بالشيء الغريب بالنسبة لعام ١٩٠٧ . كما أنه ليس بالشيء الفريد بالنسبة لبيكاسو وحده . ذلك لان ترتيب هذه البدائل كان في الواقع مشار جدل . فقبل ذلك بخمس سنوات وصف المؤرخ الفنى الفيينى **الويس** **ريجل** Alois Riegl غياب التلاحم النفسى بين الاشخاص المصورين كدليل على ارادة طرازية مميزة . وكان يتحدث عن تصوير مجموعات الشخصيات في الفن الهولندي التقليدى - ويقصد الاعمال الفطرية ، قبل ان يعيده المذهب الطبعى الدرامى لرمبرانت الى التراث الاوربى الاساسى . وكان تحليله



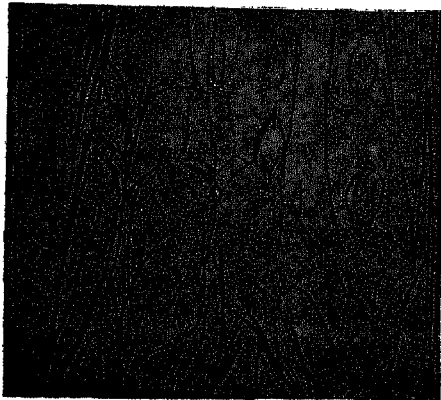
شكل ٣ - دراسة لفتيات الفينون

الاعلى لهذا الحدس الشمالى فى لوحة « لاس مينيناس » Las Meninas لفيلاسكويز ، التى يشير اليها متحف « برادو » بمدريد بلوحة نحاسية تقول بالبنت العريض « اروع اعمال التصوير العالمى » .



شكل ١٥ - بچار يلف سيجارة

وكما فعل بيكاسو بعد ثلاثمائة عام ، وجه فيلاسكويز نفسه الى تقاليد البحر الابيض المتوسط والمنطقة الشمالية . واستطاع ، كورث لتيسيان وفرونيز ، ان يبتدع عملا لا يقدم نفسه كشيء منظم داخليا فحسب ، بل ايضا كدعوة الى الوعى التكاملى للمشاهد .



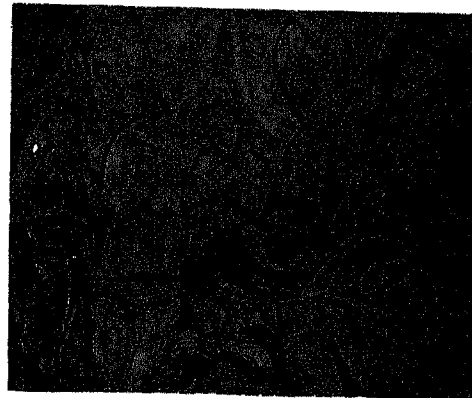
شكل ٦ -

الايجابى لكل شخص مفرد ، على المشاهد المستجيب ، ووحدة اللوحة ، كانت على حد قول ريجل Riegl ، باطنا لا موضوعيا ، ولكنه تجلى فى تجربة المشاهد الذاتية .



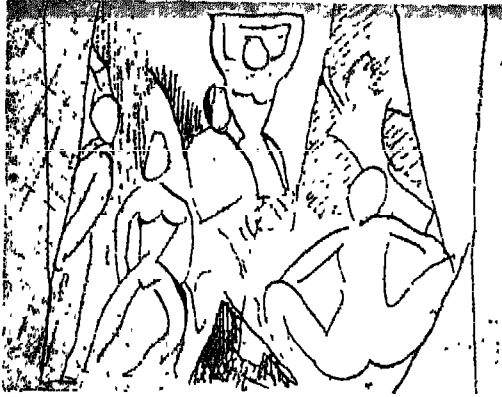
شكل ٤ - دراسة لفتيات أفينيون

فى الوسع مقارنة نظرة ريجل Riegl الطبيعية لهذا الفن الشمالى الفطرى باعجاب بيكاسو المبكر بالفن الايبيرى والزنجى . كما ان تعريف المؤرخ للقيمة الحقيقية لهذا الفن ، والمحصلة عن اضافتها الى الاسلوب السردى ، توازى تحول بيكاسو عن تلك الدراسة المبكرة (شكل ٣) الى اللوحة الاخيرة لفتيات أفينيون . لم يكن بيكاسو فى حاجة الى أية معرفة مباشرة بعمل ريجل ، او باللوحات الهولندية الغامضة التى ناقشها . ولكنه كان يدرك بالفعل التحقق



شكل ٥ - دراسة لفتيات أفينيون

ان هذا العمل اذن ، ليس نجريدا قائماً بذاته ، حيث ان المشاهد المنفعل ، عامل ضرورى . وما من تحليل للوحة « فتيات أفينيون » كبناء تصويرى مكتمل ، يرقى الى اكتمال العمل نفسه . فاللوحة موجة عارمة من العدوان الانثوى ، فاما أن ينفعل بها المرء كعدوان عليه ، والا فليس امامه الا أن يبتعد عنها .



شكل ٩ - دراسة لفتيات أفينيون

لكن الاعتداء على المشاهد ليس الا نصف الفعل ، لان المشاهد ، كما تتصوره اللوحة من هذا الجانب لسطحها ، يعيد بدوره السداد بنفس العملة .



شكل ١٠ - دراسة لفتيات أفينيون

ان الشخصيات ، التسع أو العشر أو الاثنتى عشرة في لوحة Las Meninas تبدو غير منسقة وموزعة ، وهى تتوحد فقط في اللحظة التى تمتد فيها الى عينى الرائي . اما افتقاد العلاقة الفورية بينها ، فيؤمن اعتمادها المشترك على رؤيته الحائية .



شكل ٧ - دراسة لفتيات أفينيون

في لوحة « فتيات أفينيون » ، كما في لوحة La Meninas ، ما من شخصيتين تحتفظان بتلك العلاقة أو الرابطة التى تستبعدنا ، والشخصيات الوسطى الثلاث ، تواجه المشاهد بمباشرة دافقة . وهى ليست فعالة ، كما أنها ليست سلبية . ولكنها ببساطة يقظة ، مستجيبة لانتباه يقظ من جانبنا . والتحول بعيد عن الفعل السردى والموضوعى بقدر اقترابه من التجربة المتمركزة فى الرائي .



شكل ٨ - دراسة لفتيات أفينيون

الاسترخاء والراحة أو الاحساس برد الفعل . ويمكن تشبيه هذه الحالة ، بالاختلاف بين التصنت على جماعة يبلغ بها الانغماس حد عدم الملاحظة ، أو دخول الردهة ، مثل الرجل الذى كن فى انتظاره . ان حضورنا يتم خارج المجموعة ، بينما يلعب سطح المائدة المدبب دور نقطة الارتكاز لارجوحة نوازن ، واللوحة تنهض امامنا ، لاننا نهبط بفايتنا الى اسفل .

ان اللوحة تسيج نفسها على نقطة حادة ، ويشقها من الاسفل مسطح مائدة حاد الزاوية ، محمل بمنقود فاكهة على مفرش أبيض . والمائدة تربط بين منهجين مبتورين ، والفراغ فى هذا الجانب من اللوحة يتحد مع المشهد المصور . وفى وسع أى شخص ان يلمس أن الصحبة تجمع بين النساء . اننا أيضا ندخل فى نطاق العمل ، مثل العميل الجالس على مسافة ذراع واحدة من طبق الفاكهة - سواء من حيث



شكل ١٢ - دراسة لفتيات أفنيون



شكل ١١ - دراسة لفتيات أفنيون



شكل ١٣ - دراسة مائة لفتيات أفنيون

(شكل ١٤) . يبين هذا الاسكنش اربعة بحارة في ملهى ليلي ضيق يشاهدون راقصتين . وقد صور الفنان الرجال الاربعة من زاوية خلفية ، في قطع نصفى مكبر Close-up . وفى وسعك ان تحيط ببنيان لوحة « فتيات أفينيون » بتخيل وجود كاميرا تتحرك فى الجزء الاوسط من اللوحة الى الداخل .

ان أفضل تعليق على عمل لبيكاسو القول بانه بيكاسو آخر . فالفنان يميل الى أن يكرر وينكهن بابتكاراته ، لذا تتحول عادة أكثر هذه الابتكارات غموضا الى سياق أشد بساطة . وهو ما يجعل اسكنشا تخطيطيا له علاقة واضحة « بفتيات أفينيون » ، يفسر نوع الرابطة فيما بين الفراغات ، المقترحة فى العمل



شكل ١٤ - دراسة (١٩٠٧)

وموضوع لوحة « سطح السفينة » يجعل انحراف سطح الارضية غير واضح . اننا نشاهد ماسة ترتفع مثل هرم . والسطح المصور ، فوق ارتفاع المياه ، أفقى عمودى . وبعد مرور نصف قرن على هذه اللوحة ، برسم بيكاسو ظله ، وهو يدلف الى داخل حجرة ، يسقط على امرأة - انها نفس الفورية غير الحذقة للأفقى والعمودى (شكل ١٦) . وفى « فتيات أفينيون » يحافظ على التناقض بين العمق المنتصب بواسطة حافة المائدة المدببة الى أعلى . وتعد هذه الاستعارة البصرية للإيلاج ، من أكثر الوسائل التى ابتكرها بيكاسو للإيحاء بالحضور الفيزيقي للصورة ، شبقا .

فالمائدة لم تكن هناك فى البداية . ومن بين دراسات « فتيات أفينيون » المعروفة اسكتش صغير بالقلم الرصاص ، مزدحم بالتعديلات (شكل ٢) . انه اول اربعة رسومات تسجل

اما الدليل على اهتمام بيكاسو الدائب بمثل هذه الاستمرارات ، فشائع فى اعماله المبكرة ، مثل لوحته الصغيرة التى ترجع الى عام ١٩٠١ ، والمعروفة باسم « على سطح السفينة » (شكل ١٥) فنظرا الى أن الرقعة المصورة التقطت أثناء انحناء لسفينة شوهدت من بين سعن أخرى ، نصح نحن ، المشاهدين ، رفاق رحلة على نفس ظهر السفينة . انها خاصة ، من خصائص بيكاسو فى جميع مراحلها ، أن يبتكر مواقف ذات أقصى درجة من المجاورة ، بحيث يجعل الطفرة من نقطة الإدراك الى الشيء المدرك ، قريبة وفيزيقية .

وكما هو الحال بالنسبة « لفتيات أفينيون » تشق لوحة « سطح السفينة » من أسفل ، حيث يمتد القضيبي الاوسط مثل حربة . فالموضوع ، رابطة - أو معبر - من خارج هنا الى داخل جسم العرض التصويرى .



شكل ١٥ - على ظهر السفينة (١٩٠١)

الزاوية ، كأنه بمتابته عدوان على فراغ اللوحة التي تحتاج الى مواجهة العمق للعمل عليه .

وفي الرسم التالي (شكل - ٤) في حوزة متحف بازل) ، يتأكد هذا القوس الواهن بينما يرتقى توازن حافة المائدة الى فراغنا . ثم يعود الفنان ، كأنه يريد ان يعكس اتجاه المائدة ، فيعيد النظر في شكلها (شكل ٥) - وتصيح حادة الزاوية ، موحيا بنهاية شكل أكبر حجما يصل الى داخل اللوحة من خارج هنا . ولأول مره يربط هلالها المزدهر على نحو قوى بجسم موجود في الفراغ الحقيقي - الامر الذي نقره المرأة جالسة القرفصاء التي تدير رأسها محيية .

لانزال هناك بلانه تغيرات أخرى في المائدة، وقد صممت جميعها للتعجيل بايلاجها : زاويتها غير المنحنية تتدبب بشكل حاد (شكل ٦) : اما المزهرية كاملة الشكل في شكل ٤ - فتتضاءل حجما لتأخذ شكل عمود وتتحرك جانبا لتفسح مكانا لحافة المائدة ، وفي النهاية يأكد ، في اللوحة الزيتية ، ظهور طرف المائدة كأنه طعنة في قلب اللوحة ، وذلك بفضل وجود شريحة البطيخ قرنية الشكل . لكن الانعطاف الحرفي للمائدة المقتحمة يبقى سارى المفعول . فضلا عن ذلك : يرسل متوازيات عبر نصف اللوحة - مبتدئا من أعلى الجزء الأيسر .

لقد درجت على الشعور بالحيرة اراء تفكك اليد الممسكة بالسنتارة . ان قرب ظهور التكميلية ، بتقطيعاتها الروتينية ، لاعلاقة له بهذا ، لان عزل اليد كان قد ظهر فعلا في تخطيطات التكوين الاولية (أشكال ١٣ و١٤ و١٥) . لذلك فانفصال هذه اليد ، كملح احتفظ به الفنان في دراسات متتابعة ، ثم اكثره في اللوحة الاخيرة ، لابد أن يكون له وظيفة معينة . وهو يؤدي وظيفة بالفعل . فان ظهور اليد المفاجيء

مرحلة الشخوص السبعة في التكوين . والارضية ، تبعا لطبيعة التصميم الذي يشبه النحت الفائز ، لانزال غير محددة ، وكذلك الحال بالنسبة لشغل السطح - وهناك مغلالة في احجام بعض الشخوص لشغل مقدمة اللوحة ، ولم تظهر بعد المائدة الامامية .



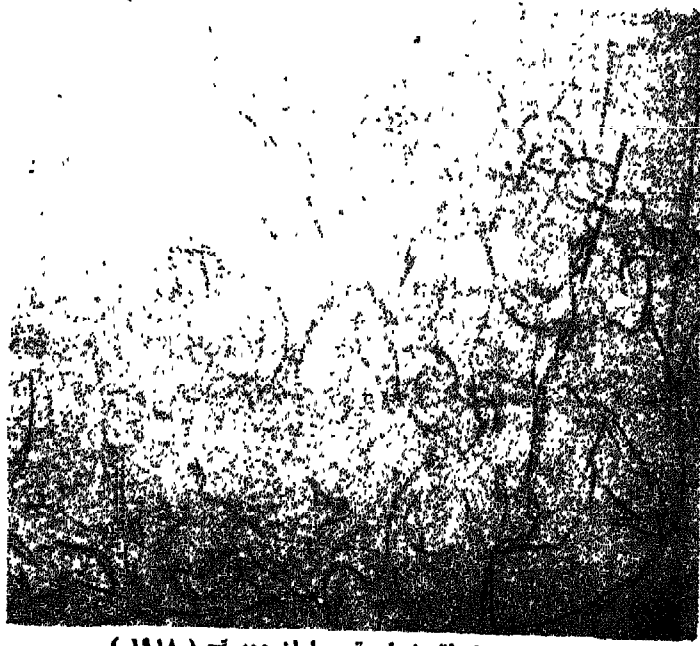
شكل ١٦ - غرفة نوم

في (شكل ٣) تتضح جميع المواقع ، وقد خففت المجموعة الوسطى ، وزحف الفراغ الى الداخل على قطر يمتد من اليسار الى اليمين ، ونحدد المقياس الكبير للمشهد المحاط بالسنتائر . اما النتيجة ، فهي نموذج للتكوين الباروكي ، الامر الذي يجعلنا نتساءل ما الذي جعل الفنان وهو في هذه المرحلة المتقدمة لفنه ، يتخذ مثل هذه الخطوة المتخلفة . وربما نجد الاجابة على هذا السؤال في تنقية الفراغ في اسفل العمل . وهنا ، يتلمس الفنان ، في مقدمة اللوحة ، قوسا غير واضح تماما أو شبح المائدة التي ستظهر فيما بعد . انه يدخل محورا قائم

الجانب الايسر من اللوحة ، للايحاء بالداخل .
 قارن ، على سبيل المثال ، التخطيط الذى
 يرجع الى عام ١٩١٨ للداخل تحفه الستائر
 (شكل ١٧) أو اللوحة الصغيرة المترفة التى
 تصور مومسا عارية ممسكة بستارة منقوشة
 (شكل ١٨) - ويتضح من هذه اللوحة العلاقة
 التى تربطها بالمرأة المطابقة لها فى لوحة « فتیان
 افينيون » . وفى اللوحة الاخيرة ، كما فى جميع
 الدراسات الخاصة بها ، نسدل الستارة على
 مقدمة المشهد ، وترتفع من عند القدم اليمنى

بأعلى جسم المرأة المقابل للستارة ، بدون وجود
 مايوحى بامتداد الذراع ، قد يكون مبررا اذا
 كانت حاسية الستارة التى تتبر لها اليد ،
 نساب الى الداخل ، بعيدا عن مسطح
 اللوحة . والمعتقد أن بيكاسو يريد هنا انسحابة
 مائلة ، يبررها وجود ذراع ممتدة ومرفوعة
 بزاوية قدرها ٣٠ درجة . وبذلك يصبح
 انفصال الذراع ايحاء بمسافة قصوى .

مرة اخرى ، تؤكد أعمال اخرى لبيكاسو
 انه لا يفكر بالضرورة فى استخدام الستائر فى



شكل ١٧ - امرأة مضطجعة وبهلوان ومهريج (١٩١٨)



شكل ١٨ - عارية ممسكة بستارة منقوشة

وضع النائمة في لوحة « منظر من الشاطئ » في دينار « التي رسمها بيكاسو في عام ١٩١٨ (شكل ١٩) أو وضع المسترخية في لوحة « العاريات » الباستيل التي رسمها عام ١٩٢٠ (شكل ٢٠) حيث تجد ساقا مثنية على الأخرى وأحد الذراعين فوق الرأس . وتعد مثل هذه الشخصيات بمناسبة مسودة أو بروفة لوضع انكاء مشروع .



شكل ١٩ - البحر في دينار (١٩١٨)

وفكرة جعل الشخصيات المضطجعة عمودية لها سوابق . إذ نجدها في رسم « تيتيوس » لما يكل انجلو حيث يضطجع العملاق الذي ينزل به عقاب بأسفل وهو مقيد الى صخرة . وقد أعاد الفنان على ظهر الصورة رسم الشكل مرة أخرى كمسيح بعث حيا . حتى أن عبد مايكل انجلو المفضى عليه في متحف اللوفر ، يصبح صورة غير مستقرة ، نظرا الى أن وضعه الخاص بالحلم والنشوة أو الرغبة في الموت الذي طارد بيكاسو أثناء فترة « فتيات أفينيون » ، عمودي في حقيقته المادية فقط وليس في خضوعه الفيزيقي .

وفي عام ١٩٣٢ أنتج بيكاسو نفسه سلسلة من الرسومات تصبح فيها شخصية المرأة المضطجعة متخيلة . . واضحة . إذ تصور

للمرأة تجاه الذراع اليسرى الفضية في عمق الفراغ . والفرض من ذلك التعبير عن انحسار الاجزاء العليا ، وليس ذلك من خلال منظور خطى أو هوائي ، أو عن طريق اللون أو الحلول الفيزيائية مثل التداخل ، بل من خلال اقناع اللقطة ، وحذف الذراع بين الرأس واليد - يدرك حدسنا التشريحي وحده قفزة في الفضاء . واطر ذلك ذو حدين : يتقلص الفضاء الداخلى الى داخل في شكل خيمة ، بينما يؤكد الشكل المثلثي في أيسر التصميم ، سطح المائدة المنذفع كأنه طعنة . كما نشعر ان الوسط السفلى وحافة المائدة العليا اليسرى ، تتألف فيما بينها في وحدة قلقة .

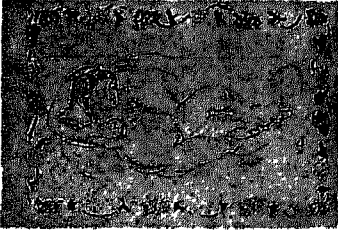
هنالك ما هو أبعد من ذلك . ففي منتصف الطريق بين الستارة والمائدة تتخذ العارية ذات المرفق المشرع الى أعلى شكل طعنة ممانلة . فقدها المتدليتان المثنيتان ، خارج مجال الرؤية ليستا بقدى امرأة جالسة أو واقفة أو امرأة تقفز . . وهى تجلس في الواقع في الرسومات الأربعة الأولى (٢ - ٥) منتصبة القامة في مقعد ذى مسند مرتفع . ولكن هذا المقعد يختفى في الدراسات الاثنى عشرة التالية . وتفوص هى الى الوراى بحيث تبدو فى النهاية كجارية من جوارى الحرير . وبذلك تنتهى فى وضع انكاء ولكن فى منظور عين طائر . وعندئذ تعكس حركتها حركة الستارة : وهى ليست انحناء عمودية داخل قوس مائل ، وانما هى شكل مسحوب أو شكل قائم الزاوية . الا أن العنصرين ، الستارة والمرأة يحددان سطح اللوحة بنفس المشاعر المتضاربة الصارمة . وكلاهما يوازي سطح المائدة المتضارب من خلال ايحاءات الوضع واللقطة وحدها .

ومرة أخرى يحسن فهم شخصية المضطجعة من خلال حالات التوازي . فالوضع نفسه



شكل ٢٠ - عرايا (١٩٢٠)

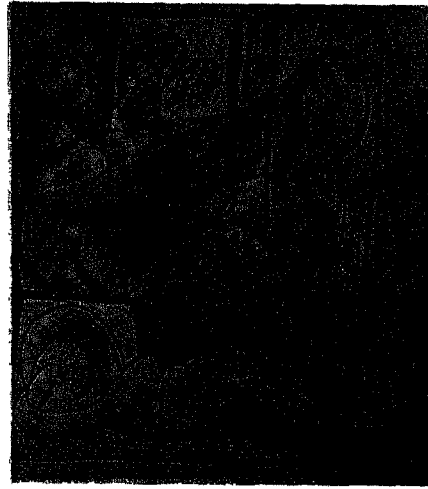
« فتيات أفينيون » نظرا الى أنها تظهر في عمل من أعمال الخزف لماتيس يرجع الى عام ١٩٠٧ (شكل ٢٢) .



شكل ٢٢ - ماتيس - واقصة (سيراميك)

ولكن اهتمام بيكاسو في تلك السنوات لم يكن ، على غرار اهتمام ماتيس أو ماري تيريز أو مايكل أنجلو ، منصبا على تصوير مضطجعة تشكل مع سطح اللوحة زاوية قدرها ٩٠ درجة ، مثل يد تتحرك فوق ساعة حائط من الساعة التاسعة الى الساعة الثانية عشرة ظهرا . ويجسد بيكاسو من خلال الانحناء تجاه ثقل الرافعة الراديكالي ، شدة تراجع الظهر

الرسومات « ماري تيريز » عند حامل للرسم ، حيث تولد موديله وعشيقته صورتها . ولكن الشكل النائم تحت قدميها يبدو عموديا على لوحها (شكل ٢١) . ولا بد أن فكرة العارية المضطجعة في وضع عمودي كانت موضع نقاش خلال العام الذي رسم فيه بيكاسو لوحته



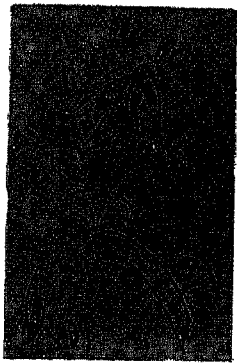
شكل ٢١ - عارية

العمودي الى السطح - كما يفعل في لوحة زيتية صغيرة ترجع الى عام ١٩٠٨ ، « عارية نائمة وأشخاص » (شكل ٢٣) .



شكل ٢٤ - العجنية (١٩٠٨)

ويفسر جانباً من معناها رسم معين باسم « شخصية نسائية » (زيرفوس) يرجع الى أواخر عام ١٩٠٥ (شكل ٢٥) - وهو رسم نافه وبورنوجرافي ، ومخيف الى حد ما في نفس الوقت - انه فانتازيا جهاز المرأة التناسلي المشقوق كقوس مفتوح ، أما مفتاح العقدة ففي مكانه حيث كتبت عبارة « من



شكل ٢٥ - شخصية نسائية (١٩٠٥)



شكل ٢٣ - مضطجعة وثلاثة شخوص

والموضوع الاساسى هو تصوير عارية مضطجعة ، ساقاها ممددتان ، وبالرغم من ذلك يبدو شكلهما عموديا تقريبا على سطح اللوحة . وليعمق التنافر ، احاطها بيكاسو بثلاثة شخوص قائمة حتى يهتز وضعها العمودي المفترض ، في مواجهة اوضاع الشخوص الثلاثة الاقرب الى الطبيعة . وحيث أنها لم تصور في شكل مستقيم ستظل كما لو كانت معزولة في كبسولتها الفضائية الهزازة . . اقتراب بدون التحام . ووضع الرأس النائيء الذى لايزال يتخذ نطاقا لم يتضاءل في المجال ، يجعل الرائي يبذل جهدا اكبر ، اذ يتعين على المرء أن يدفع بروافع فكرية ليحتفظ بالمرأة المضطجعة راقدة .

• • •

بعد ذلك ، ننتقل الى لوحة « العجنية » ذات الحجم الطبيعى التى رسمها بيكاسو عام ١٩٠٨ (شكل ٢٤) ، ولا يكفى أن نظل نؤكد لانفسنا أن هذه الماكينة الفظيعة ، التى تسحبنا الى دغلها ، تمثل خطوة نحو التكمييبية التحليلية ، ذلك أنها كانت تعنى ما هو أبعد من ذلك بالنسبة لبيكاسو .

ليس من قبيل التجديف تذكر التحول المماثل من النعمة الى النقمة على يدى المسيح فى المحاكمة الاخيرة .

انها صدمة من نوع مختلف ، ان ندرك من خلال الرسم التحضيرى (شكل ٢٦) أن لوحة « الجنية » ، قد تم تصورهما وبلورتها تماما ، كعاهرة مسترخية ، ركبتيها متباعدتان ، على مقعد طويل . فاللوحة حينئذ انتقال دقيق ، حتى بالنسبة لخطوط المقعد ذى المسندين التى

فضلك » . الوضع واللفتة دلالة على الدعوة والتوسل - هنا كما فى لوحة « الجنية » . لكن هذا لا يمثل الا نصف الدلالة ، لأن « الجنية » تشى بتغير سوداوى فى المزاج من اليسار الى اليمين ، من الرحيب الى التهديد . فاحدى اليدين ما زالت نشير بالدعوة ، ولكن الذراع اليسرى المثنية الى أسفل تضم قبضتها كعراوة . وموقف هذا الشكل متوعد للفاقة ، كما أن المناقض الوجدانى الذى يعرضه يبر الاضطراب والانزعاج ، حتى اننى اعتقد انه



شكل ٢٦ - الجنية

يكون فشلها هفوة من جانبنا نحن ، وهى هفوة قصيرة الاجل . فنحن نميل الى الادراك وفقا لبرمجتنا . وقد دربنا أعيننا طوال الثلاثين عاما الماضية على نسب « فتيات أفينيون » الى التكميلية . وربما يعودنا موقف أكثر تركيزا على رؤية « المشكلات العارية » لبيكاسو كشخص انسانية مرة أخرى . وعندئذ سيبدأ هذا الشكل بعينه يتأكد على مسطح اللوحة مثل « سرير مسحور » يرتطم بحائط ، وبذلك يتحقق نجاح هدف الفنان .

يمثل جانب كبير من الاضطراب في النصف الايسر من اللوحة ، ثورة بيكاسو على سطح اللوحة الصلب . ان ما ينفخه هو احداث ضربات متوترة . وانسداد الستارة يثبت عن طريق المرأة التى تمسك بطرفها العلوى . وشكلها الجانبى الصارم ينتهى عند مضجعه متهيجة تمثل تواما لعارية عمودية ، تتجاوز بدورها مجال المائدة المتطعم الى الدخول . ان رؤيتنا تتصاعد داخليا وخارجيا . ضفط متنوع ، مثل ابحار قارب في اعالي البحار ، او نظير للطاقة الجنسية .

تشبيهات اباحية . ان التأثير الصريح للمضطجعة المنتصبة في ركنها الضيق ، انما يهدف الى تأمين استقلالها الفراغى في مجال من التفككات ، ضيق النطاق . وتثبت الرسومات ان هذه الخاصية للتفكك ، ليست اثرا جانبيا ، ولكنها برنامج تعمل اللوحة على اتماره .

في الشكل رقم ٢ المشار اليه فيما قبل ، تجتمع جميع الشخصوس السبعة في فراغ مشترك . الا أنه في الرسمين التاليين ، تبدو ظلال الشخصوس الاربعة المنسحبة - وهى ثلاث سيدات ورجل عند المائدة - عن طريق فواصل من ستارة تستخدم كوسيلة للبروزة . اما الشخصوس الثلاثة الاخرى فتبدو متباعدة بطريقة أكثر دهاء : الرجل في اليسار باتخاذ

أعيد تفسيرها ، كنباتات خضراء . . . الماخور مرتدا الى دغل . ويصبح المسقط الراسى تجاه المشاهد لما لا يزال يمثل وضع اضطجاع ، بمثابة الكشف عن القوة .

تحمل المضطجعة المتهيجة في لوحة « فتيات أفينيون » شحنة شبقية مماثلة . فهى في الرسومات (وخاصة في شكلى ٩ و ١١) ترقد الى الخلف ، مستثارة جنسيا ، . . . « كامرأة أفقية » كما يحلو للفرنسيين ان يسموا عاهراتهم . وهى تتخذ وضعا مماثلا لوضع المرأة في لوحة « رجل وامرأة » التى ترجع الى عام ١٩٠٥ (شكل رقم ٢٧) . وبمواجهة عميلها ، تصبح المقابل الامامى ، لجالسة القرفصاء التى لا تشمر بالخجل في الجانب الايمن . الا ان نرقها وظهورها المفاجيء - في الرسومات الاخيرة ، وخاصة في اللوحة الزيتية - يستمدان من الشحنة السرية لوضعها الاصلى ، وهى وضع الامتداد المسترخى ، على نحو الوضع الذى لا يتحقق الا بالطفو أو الطيران أو الرقاد ، حيث لا يبذل اى جهد في سبيل الاحتفاظ بالاستقرار . وبالتخلص من قوة الجاذبية ، تصل مثل القديفة .



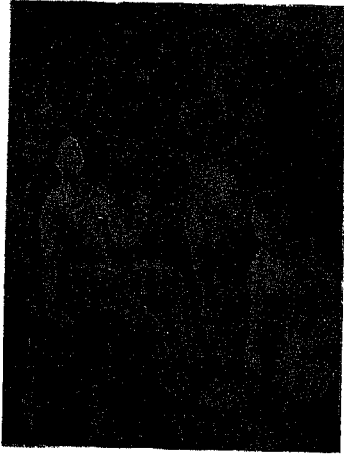
شكل ٢٧ - رجل وامرأة عاريان

هل تحقق هذا ؟ هل لا يزال الشكل الموجود في اللوحة الزيتية يبدو في وضع اضطجاع ؟ هنالك اجابتان محتملتان . فان مجرد انقضاء فترة طويلة دون ملاحظة اضطجاعها قد يكون دليلا على الفشل . ومن ناحية أخرى ، ربما



شكل ٢٨ - الحرير

والبورون ، كبديل جنسي ، يتردد في عمل
آخر لبيكاسو خلال موسم « جوسول » نفسه
- وهو عمل من أعمال الجواش يعرف باسم
« ثلاث عاربات » (شكل ٢٩) . وهذا العمل
دراسة رصينة للوحة كبيرة تحمل ملاحظات
كتبت بيد بيكاسو . لكن هذا المشروع لم
يتحقق ، ربما لأن بيكاسو لم يستطع في هذه
اللحظة الخصبة أن يعمل بسرعة كافية تواب
خياله ، ربما كانت فكرة العاربات الثلاث ، قد
تقلب عليها مشروع فتيات افينيون الذي كان
قد ثار في ذهنه بالفعل .



شكل ٢٩ - ثلاث عرايا

وضعا ووظيفة هامشيتين ، والجالسة
القرفصاء ، في اليمين بتوجهها الفريد ،
والجالسة في مقعد عال . ويبدو كما لو كان
بيكاسو ، حتى في هذه المراحل المبكرة ، قد
سعى الى وضع شخصه في حظائر فضائية
معرضة للانزلال . وفي اللوحة الزيتية ، اكتمل
اخيرا عزل كل شخص عن باقي الشخص .
ولم تعد توجد اية روابط فراغية . واصبحت
الفراغات الداخلية المحشورة ، مجالات للطرد
المغناطيسي أو بمعنى آخر مجالات للتخثر .
الا أن الفواصل الوطيدة الشهيرة في « فتيات
افينيون » ، جزء من التصور الاكبر ، اذ تؤكد
الاستقلال المطلوب بالفعل للشخص . وما
اعجوبة العمل النهائي ، الا ذلك التماسك
المفروض على عناصر محملة بأقصى قدر من
الفترة .

كان بيكاسو قد وضع ، أصلا ، بحارا في
وسط تكوين « فتيات افينيون » وفي الرسومات
الثلاثة الاولى (أشكال ٢ و ٣ و ٤) نجده يقف
في وداعه خلف مائدته ، اما الشيء الذي نشاهده
امامه ، فواضح انه « بورون » (Porron)
والبورون - وهو قنينة معروفة في اسبانيا
تستخدم في احتساء النبيذ بصبه داخل حلق
المرء على غرار اوانى الماء الفخارية المستخدمة
في بعض البلدان العربية - يتميز بصنوبر
منتصب . وقد بدأ في الآونة الاخيرة يحرض
بيكاسو . ففي اثناء اقامته في جوسول (Gosol)
في منطقة جبال البرانس الاسبانية ، في نهاية
فصل الصيف للعام السابق ، رسم بيكاسو
هذه القنينة في ثلاث لوحات طبيعية صامتة .
ولكنه استخدمها أيضا بفاعلية في تكوينين
يرجعان الى عام ١٩٠٦ . وفي أول هذين
التكوينين ويحمل اسم « الحرير » (شكل ٢٨)
ليس المقصود ، بالتأكيد ، من الرجل أن يكون
خصيا نظرا الى أن الخصيان لا يجلسون عراة .
انه يسترخى كرجل مكتمل الفحولة فخور
ويعبر عن ارادته المعتلة من خلال جاذبيته
« بورونه » .

الشخصية الجنسية التقليدية معكوسة . ويرداد تفهقه في الرسم الرابع (شكل ٥) حيث يلف لنفسه سيجارة ، وفي دراستين بقيتا على قيد الحياة ، احدهما لرأسه والاخرى رسم نصفى له ، يظهر هذا البحار في صورة رجل رقيق خجول ، يعلو شفته العليا زغب ناعم ، الامر الذى لا يتفق وتجسيد الرذيلة ، والارجح انه مبتدىء خجول يلج لأول مرة عالم ممارسة الجنس .

وهو في الثلاثة عشر رسما التالية ، يظل وجودا طيفيا ، اذ لا يخلع عليه بيكاسو أى فكر .

واخيرا في الشكلين رقمي ١١ و ١٢ - وهما الرسمان اللذان ترفع فيهما المضطجعة مرفقا نائما - يتخذ البحار الجالس وضعا واضحا ، حيث يستند بذراعه الى المائدة . ولكنه يخفى بعد ذلك مباشرة في الدراسة المائة (شكل ١٣) الموجودة في حوزة متحف فيلادلفيا .

ولا مجال للشك في أن البحار كان ذا معنى بالنسبة لبيكاسو . ولكن المعنى أخذ يخفى مع اختفاء شكله . وينبغى استخلاص تفسير من التضاد الذى قدمه بيكاسو بين الرجلين في اللوحة - احدهما في الداخل ذو مزاج مخنث تفمره الانثوية ، بينما الآخر نصفه في الداخل والنصف الآخر في الخارج ، يقف عند الفاصل، متقلبا في تحولاته وأوصافه الفلكلة ، وتفسير الجنس النهائى .

ويصور رسوم الجواش عارية واقفة ، وقد سحبت يدها اليمنى الى الخلف ، في اللقطة النرجسية التى كان آخر استخدام لها في لوحة « امرأتان » . وهناك عارية اخرى تجلس في تكاسل مائلة الى الوراء على حافة فراش وهى تدخن سيجارة . وكل من المرأتين تحديق بتعاطف في الشاب الجالس عند أقدامها ، وهو صبى رقيق يجلس على ركبتيه في حالة انتصاب . وتقول ملحوظة بيكاسو « انه يمسك بورون » ، والتطابق المرئى بين صنوبر البورون وعضو تناسله ، له شهرة لم تعرفها اعمال بيكاسو المكتملة التى تنتمى الى هذه الحقبة .

ان خاصية الذكورة في البورون التى لا يخطئها أحد في عملين يسبقان « فتيات أفينيون » مباشرة ، ترسخ معناها في الدراسات الاولية لفتيات أفينيون فهى تحتل المركز الحيوى في التصميم : على المائدة ، وفي مواجهة البحار ، ومعالجة الفنان .

وفيما عدا ذلك يظل البحار مبهما . . . وهو يشارك في الدراسات الاولية (شكل ٢) اهتمام الجميع بالوافد الجديد ، رغم أن وضعه بكتفيه المستديرين ويديه المتدليتين تحت المائدة ، يبدو رزيننا بشكل غريب . وهو الرجل الموجود بالداخل ، ومع ذلك فهو داخل هذه الجوقة من العاهرات المسترجلات الخمس . وتميزه الوحيد الذى حوفظ عليه في شكلى ٣ و ٤ ، يتركز في شخصيته المخنثة . وبذلك تبدو آثار

حياة بيكاسو في سطور

— ١٨٨١ ولد بابلو بيكاسو في يوم ٢٥ أكتوبر في ملفه (الاندلس) ، أبوه خوزيه رويز بلاسكو وأمه ماريا بيكاسو لوبيز . لا يزال المسكن الذي ولد فيه قائماً حتى الآن . كان أبوه مدرساً للرسم بمدرسة الفنون الجميلة والحرف « سان تيلمو » ، وأمين المتحف المحلي أنجب والداه ، بعد ذلك ، أختين « لولا » في عام ١٨٨٤ ، وكونشيتا في عام ١٨٨٧ .

— ١٨٩١ انتقلت العائلة في شهر سبتمبر إلى جاليس Galice في « لاكوروني » حيث قام الأب بتدريس الرسم في معهد « دا جواردا » Da Guarda . وفاة الأخت كونشيتا . تجلت مواهب الابن الخارقة . بهجر الأب دون خوزه التصوير ، ويهدى باليته والوانه وفرشاته لابنه اليافع بابلو .

— ١٨٩٥ بعد قضاء فترة في مدريد خلال شهر سبتمبر حيث يزور متحف البرادو ، وبعد قضاء عطلة الصيف في ملفه ، تنتقل أسرة بيكاسو إلى برشلونه ، حيث يعين خوزه استاذاً بمدرسة الفنون الجميلة « لا لونجا » La Lonja . يتم بيكاسو في يوم واحد العمل الذي يتطلبه اختبار القبول في المدرسة ، والذي كان يحدد له مدة شهر كامل .

— ١٨٩٧ قضاء الصيف في ملفه . يعود بابلو خلال الخريف إلى مدريد حيث يقبل أيضاً بسهولة في الأكاديمية الملكية لسان فرناندو ، والتي لم ينتظم فيها .

— ١٨٩٨ يدركه المرض والارهاق ، يعود إلى برشلونه في الصيف ، ويسافر لقضاء عدة أشهر بين الفلاحين في « هورتا دي ابرو » لدى صديقه « بيلاريس » . ويقول بيكاسو « ان كل معارفي ، حصلت عليها في قرية بيلاريس .

— ١٨٩٩ الربيع . العودة إلى برشلونه . التردد على كاباريه « القلط الاربع » حيث يلتقى بشباب المثقفين والفنانين في المدينة .

— ١٩٠٠ أكتوبر . أول رحلة إلى باريس في صحبة صديقه كاساجيماس . يقيم في مونمارتر في محترف « نونيل » ، ٩ شارع جابرييل . العودة إلى برشلونه في نهاية شهر ديسمبر .

— ١٩٠١ يقضى شهر يناير في ملفه ثم يتوجه إلى مدريد حيث ينشئ مع فرانسسكو دي أسيس سولير مجلة Arte Joven ، التي يعكف على اعداد الرسومات لها . بعد قضاء فترة قصيرة في برشلونه ، يقوم بالرحلة الثانية إلى باريس في صحبة خايم أندرو بونسوز . يقيم لدى مانوش ، ١٣٠ مكرر ٣ ، طريق كليشي . يعقد صداقة مع ماكس جاكوب . يعود إلى برشلونه في نهاية العام .

— ١٩٠٢ أكتوبر . الرحلة الثالثة إلى باريس في صحبة سباستيان خونير . يقيم في فندق مراكش ، شارع السين ، ثم في فندق « ديزيكول » شارع شامبليون ، وفي النهاية يقتسم مع ماكس جاكوب غرفة واحدة في طريق فولتير .

- ١٩٠٣ يعود الى برشلونة في بداية العام .
- ١٩٠٤ ابريل . يعود بيكاسو الى باريس للمرة الرابعة حيث يقيم بصصفة نهائية . يشغل حتى عام ١٩٠٩ محترف باكو دوريو ، ١٣ شارع رافينيان ، في الباتور لانوار الشهير ، حيث يقيم أيضا اندريه سالمون وفان دونجن والذي يصبح بعد ذلك ملتقى الشعراء .
- ١٩٠٥ يلتقى بجويوم ابولينير . يتخذ من فرناند اوليفيه رفيقة له . يقضى الصيف في « سشورل » بهولنده ، حيث يستضيفه صديقه توم سشيلبروت .
- ١٩٠٦ يلتقى بهنرى ماتيس لدى جيرترودوليو شتاين . يقضى الصيف في جوسول ، في اسبانيا ، في رفقة فرناند اوليفيه .
- ١٩٠٧ فتيات افينيون . يلتقى بكاهنويلر ، الذي يفتتح جاليري ، في ٢٨ شارع فينيون ، ويلتقى أيضا بجورج براك .
- ١٩٠٨ يقضى الصيف في لا ري - دي - بوا La Rue-des-Bois قرية صغيرة قريبة من « كريتيل » . ينظم داخل محترفه الحفل الشهير لتكريم دوانيه روسو .
- ١٩٠٩ يقضى جانبا كبيرا من الصيف في هورتا دي ابرو ، حيث يلتقى مرة اخرى بصديقه بيلاريس . وينتقل على اثر عودته الى ١١ طريق كليشى .
- ١٩١٠ يقضى الصيف في « كاداك » باسبانيا ، لدى عائلة بيثو في رفقة فرناند اوليفيه وديران .
- ١٩١١ اول عطلة صيفية في « سيريه » (البرانس - الشرقية) حيث يقيم مانولو ، في صحبة فرناند اوليفيه وبراك .
- ١٩١٢ يقيم في البداية في « افينيون » مع صديفته الجديدة مارسيل همبرت (ايغا) ، ثم في « سيريه » قبل أن ينتقل الى « سورج » (فوكلوس) في نفس الوقت مع براك . ينتقل لدى عودته من مسكنه في طريق كليشى الى الضفة اليسرى حيث يقيم في ٢٤٢ طريق راسبيل .
- ١٩١٣ يقضى الصيف في « سيريه » مع بواك وجوان جرى . وفاة والده في برشلونة . ينتقل من مسكنه في طريق راسبيل الى ٥ شارع شولشييه .
- ١٩١٤ يظل في أفينيون مع براك وديران حتى تندلع شرارة الحرب . يعود الى باريس في شهر نوفمبر .
- ١٩١٦ وفاة ايغا . ينتقل الى مونروج ٢٢٤ شارع فيكتور هيجو .
- ١٩١٧ فبراير . الرحلة الى روما مع جان كوكتو لاعداد تصميمات ملابس ومناظر باليه « الاستعراض » لفرقة الباليه الروسى (سيرج دياجيليف) ، وموسيقى « ساتي » ، والذي قدم في ١٧ مايو على مسرح « شاتيليه » . يزور نابلى وبومبى . يقع في غرام اولجا كوكلوفاء ،

- الراقصة بالباليه الروسى ، ويصاحب الفرقة فى رحلة الى اسبانيا ، حيث يزور برشلونة ومدربد .
- ١٩١٨ يتزوج من اولجا كوكلوف و يقيم فى ٢٣ شارع « لايبوتى » . يقضى بعض الوقت فى برشلونة وبياريتس .
- ١٩١٩ يقوم برحلة الى لندن مع الباليه الروسى ، لاعداد تصميمات باليه « القبعة مثالثة الاركان » ، يقضى العطلة فى سان - رافائيل . يلتقى بجوان ميرو .
- ١٩٢٠ يقضى الصيف فى « دينار » .
- ١٩٢٣ يقضى الصيف فى كاب دانتيب ، حيث تلحق به امه .
- ١٩٢٤ يقضى العطلة فى جوان - لى - بان .
- ١٩٢٥ يقضى الربيع فى مونت كارلو حيث يرسم لوحة « الرقص » ، ويقضى الصيف فى جوان لى - بان .
- ١٩٢٦ يقضى الصيف فى جوان - لى - بان .
- ١٩٢٧ يقضى العطلة فى كان .
- ١٩٢٨ يقضى العطلة فى دينار حيث يعود فى السنة المقبلة .
- ١٩٣٠ يشتري شاتو دى بوا جيلوب ، بالقرب من جيسو (الاور) ، حيث يتوفر له محترفات رجة للنحت . يقضى الصيف فى جوان - لى - بان ، حيث يعود فى العام المقبل .
- ١٩٣٢ معرض شامل ضخم فى باريس (جاليرى جورج بيتى) وفى زيورخ (كونستهاوس) . يلتقى بمارى تيريز فولتر .
- ١٩٣٣ رحلة الى كان والى برشلونة .
- ١٩٣٤ رحلة طويلة الى اسبانيا . رحلة الى كان . مشاكل زوجية وقطع العلاقة مع اولجا كوكلوف .
- ١٩٣٥ تعقيدات واستحالة الطلاق . يكتب قصائد شعرية ، ويحفر سلسلة المينوطور . مولد ابنته مايا .
- ١٩٣٦ العطلة فى جوان لى بان ، تم فى موجان فى رفقة دورا مار . معرض متجول فى اسبانيا . تندلع شرارة الحرب الاهلية فى شهر يوليو . يعين بيكاسو مديرا لمتحف برادو . يشتري مسكنا فى تريمبلاي ، يقيم فيه ، خلال فترات متقطعة حتى ١٩٣٩ .

- ١٩٣٧ يستأجر محترفا ضخما ، ٧ شارع جران - اوجستان ، حيث يرسم لوحة « جورنيكا » ، التي عرضت في الجناح الاسباني في معرض باريس الدولي . يقضى الصيف في « موجان » . وفي الخريف يقوم برحلة قصيرة الى سويسرا حيث يزور بول كلي .
- ١٩٣٨ يقيم في موجان ، ثم في تريمبلاي .
- ١٩٣٩ معرض شامل ضخم في متحف الفن الحديث في نيويورك . وفاة امه . تفاجئه الحرب في انتيب حيث يرسم لوحة « الصيد في الليل » . يعتكف طوال عام في رويان .
- ١٩٤٠ سبتمبر . العودة الى باريس التي لا يتركها طوال سنوات الاحتلال .
- ١٩٤١ يكتب مسرحية صغيرة ساخرة باسم « الرغبة مشدودة من ذيلها » تنشر في عام ١٩٤٣ و تعرض في ١٩ مارس ١٩٤٤ في مسكن ليري ، ويشترك في اداء ادوارها فنانون وكتاب ، من بينهم سارتر وكامو .
- ١٩٤٤ بعد تحرير باريس في ٢٥ أغسطس ، يعلن انضمامه الى الحزب الشيوعي الفرنسي . يخصص جناح لاعماله في معرض صالون الخريف تكريما له .
- ١٩٤٥ معرض في لندن (بالاشتراك مع ماتيس) وفي بروكسل . يقضى الصيف في جولف - جوان وفي منيرب . في شهر نوفمبر ، بداية نشاط مكثف في فن الحفر في محترف مورلو .
- ١٩٤٦ يقضى جانبا كبيرا من العام في الكوت دازور برفقة فرانسواز جيلو التي انجب منها طفلين ، كلود في عام ١٩٤٧ ، وبالوما في عام ١٩٤٩ . يضع امين متحف انتيب تحت تصرفه قصر جريمالدي ، حيث يعمل اكثر من اربعة أشهر ، ثم يترك في مخازن القصر مجموعة « انتيبوليس » التي نفذها خلال هذه الفترة .
- ١٩٤٧ رحلة الى جولف - جوان . يبداء في فالوري نشاطه كخزاف في مصنع مادورا ، لدى أسرة رامي .
- ١٩٤٨ أغسطس . رحلة الى بولندا للاشتراك في المجلس العالمي للسلام . اكتوبر . ينتقل الى فالوري ، في فيلا « لا جواز » الصغيرة .
- ١٩٤٩ معرض لاعمال الخزف في « بيت الفكر الفرنسي » في باريس .
- ١٩٥٠ رحلة الى انجلترا للاشتراك في المجلس العالمي للسلام .
- ١٩٥١ رحلة الي ايطاليا للاشتراك في المجلس العالمي للسلام .
- ١٩٥٢ ينفذ تكوينين ضخمين : الحرب والسلام ، اللذين ينتقلان بعد ذلك الى كنيسة صغيرة في فالوري .
- ١٩٥٣ معارض شاملة في ليون وميلانو وسان باولو ، انفصال فرانسواز جيلو ويكاسو .

- ١٩٥٤ يفنى عطلة الصيف في البرانس - الشرقية . تصبح جاكلين روك رفيقته ، وبعد وفاة اولجا (١٩٥٥) ، يتخذ منها زوجة (فبراير ١٩٥٨) . ينتقل الى باريس في الشتاء حيث يقوم بتنفيذ مجموعة من خمسة عشر تنويما على لوحة « نساء جزائريات » لديلاكروا .
- ١٩٥٥ ينتقل الى فيلا « لاكالفورنى » في كان . معارض شاملة هامة في باريس .
- ١٥٩٧ يقوم بتنفيذ مجموعة من التنويما على لوحة Las Meninas لفيلاسكويز . معرض شامل ضخم لاعماله في نيويورك .
- ١٩٥٨ فبراير . ينفذ تكوينا حائظا ضخما لمقر اليونسكو الجديد في باريس .
- ١٩٦٠ معرض شامل هام في لندن .
- ١٩٦١ ينتقل الى ماس نوتر - دام - دي - في موجان . ينفذ سلسلة من الرسومات واللوحات مستوحاة من « الغداء على العشب » لمانيه .
- ١٩٦٢ معرض شامل هام في نيويورك .
- ١٩٦٤ معارض شاملة ضخمة في كندا وفي اليابان .
- ١٩٦٦ معارض واحتفالات في جميع انحاء العالم بمناسبة عيد ميلاده الخامس والثمانين .
- ١٩٧١ معارض واحتفالات ومقالات نقدية وكتب ، بمناسبة الاحتفال بعيد ميلاده التسعين .
- ١٩٧٣ ٨ ابريل وفاة الفنان العظيم .

« المعارض »

- ١٩٠١ باريس ، جاليري امبرواز فولاد .
- ١٩١٣ ميونيخ ، جاليري تانهاوزر الحديث .
- ١٩٢٠ باريس ، جاليري پول روزنبرج .
- ١٩٢١ لندن ، ليستر جاليريز .
- ١٩٢٢ ميونيخ ، جاليري تانهاوزر الحديث .
- ١٩٢٤ باريس ، جاليري پول روزنبرج .
- ١٩٢٦ باريس ، جاليري پول روزنبرج .
- ١٩٣٠ شيكاغو ، آرتس كلوب .
- ١٩٣٢ باريس جاليري جورج بيتي .
زيورخ ، كونستهاوس .
- ١٩٣٦
السى نيويورك ، متحف الفن الحديث وشيكاغو ، معهد الفن .
- ١٩٤٠
- ١٩٤٤ باريس ، صالون الخريف .
- ١٩٤٩ باريس ، بيت الفكر الفرنسي .
- ١٩٥٣ ليون ، متحف الفنون الجميلة .
روما ، المتحف الوطني للفن الحديث .
- ميلانو ، بلاتسو رياتي .
- ١٩٥٤ سان باولو ، متحف الفن الحديث .
باريس ، بيت الفكر الفرنسي .
- ١٩٥٥ باريس ، متحف الفنون الزخرفية .
ميونيخ ، هانس دير كونست .
- ١٩٥٦ كولونيا ، متحف الراين وهامبورج ، كونستهل .
- ١٩٥٧ نيويورك ، متحف الفن الحديث ، شيكاغو ، معهد الفن .
- ١٩٥٨ فيلادلفيا ، متحف الفن .
- ١٩٥٩ مارسيليا ، متحف كاتيني .
باريس ، جاليري لوي ليري .
- ١٩٦٠ لندن ، متحف التيت .
- ١٩٦١ لوس انجلوس ، متحف الفن بجامعة كاليفورنيا .
- ١٩٦٢ نيويورك ، بيكاسو ، تحية امريكية .
باريس ، جاليري لوي ليري .
- ١٩٦٣ لوسرن ، جاليري روزنبرجارت .
- ١٩٦٤ مونتريال ، متحف الفنون الجميلة ، وتورونتو ، متحف الفن .
طوكيو ، وكويتو وناجويا .
- ١٩٦٥ تولوز ، متحف اوجستين ، بيكاسو والمسرح .



سفر التكوين كأسطورة

عرض وتحميل : الدكتور محمد أبوهريرة

جميعا جذبا للاهتمام . وكان أصحاب التحليل البنائي قد استطاعوا تطوير بعض آرائهم قبل الستينات بكثير . نذكر منهم على سبيل المثال العالم الألماني ((أندريه يوليس)) A. Jolles في كتابه « الأشكال البسيطة » (١) (١٩٣٠) . ويمثل هذا الكتاب محاولة لتحديد الأشكال الأولية الأساسية للتعبير الشعبي الأدبي . كما يدخل ضمن هذه الفئة **اللسورد راجلان** Raglan (البطل) (١٩٣٠) . وقد حدد في هذا الكتاب تحديدا محكما النمط العام لاحداث حكايات الابطال الكلاسيكية والاسطورية . تم جاءت دراسة العالم الروسي **فلاديمير بروپ** V. Propp التي نشرت لأول مرة باللغة الروسية في عام ١٩٢٨ ، ثم صدرت لها ترجمة

مقدمة : الاتجاهات البنائية في دراسة الأدب الشعبي :

هذا الكتاب محاولة لتطبيق منهج التحليل البنائي (كما هو معروف عند ليفي ستروس) على بعض قصص الكتاب المقدس . ولما كانت النظرة البنائية تمثل المنطلق الأساسي لمؤلف الكتاب ، والخلفية العامة لكل ما يطرحه في كتابه من قضايا ، فقد يكون من الأفضل ان نبدأ بإشارة سريعة الى أبرز الاتجاهات البنائية المعروفة في دراسة الأدب الشعبي .

تمثل البنائية أكثر النظريات التي ظهرت في دوائر الفولكلور ابان الستينات تأثيرا ، وأكثرها

* Edmund Leach, Genesis as Myth and other Essays, Cape Editions, London, 1969.

هنود أمريكا الشمالية فشرحها على أساس مجموعات أو « حزم العلاقات » .

انجليزية في عام ١٩٥٨ بعنوان « مورفولوجية الحكاية الشعبية » (٢) .

ويقارن **ريتشارد دورسون** R. Dorson هذين الاتجاهين الأساسيين في التحليل البنائي للأنواع الأدبية الشعبية فيقول : « نلاحظ أن نسق ليفي شتروس يعتمد على تصنيف وترتيب الملامح القصصية في الاسطورة على نحو معين بحيث تكشف عن البناء الكامن وراء تلك الملامح ، بينما يتتبع نسق بروب خط القصة نفسه . وتمثل هاتان النظريتان ابرز أنواع التحليل البنائي ، اللتان يقترح دندس أن نطلق عليهما مصطلحي : المنهج النموذجي Paradigmatic ، والمنهج التركيبي Syntagmatic (اشتقاقا من مصطلح Syntax أي بناء الجملة ، وهو ترتيب كلمات الجملة في أشكالها وعلاقاتها الصحيحة) . وذلك على أساس أن ليفي شتروس يسعى الى التوصل الى المثال أو النموذج Paradigm ، أو الاطار التصوري الكامن وراء الاسطورة ، على حين يضع بروب بناء الحكاية (أو ترتيب اجزائها في أشكالها وعلاقاتها الصحيحة) في المحل الاول من اعتباره . وتسمى هذه الاساليب البنائية وغيرها الى تخفيض الانواع الفولكلورية الى نماذج وصيغ عامة .

وكما أشرنا في البداية فان **ادموند ليتش** يقدم لنا في الكتاب الذي نعرض له هنا محاولة لتطبيق النظرية البنائية الثانية (ليفي ستروس) على بعض قصص الكتاب المقدس .

المؤلف والكتاب :

مؤلف هذا الكتاب ادموند ليتش Edmund Leach واحد من المع علماء الانثروبولوجيا البريطانيين المعاصرين ، ولد في

وقد قام **الآن دندس** A. Dundes بتطبيق هذا الاتجاه في التحليل البنائي على مجموعة من الحكايات الشعبية عند هنود أمريكا الشمالية في كتابه « مورفولوجية الحكايات الشعبية عند هنود أمريكا الشمالية » (٢) (١٩٦٤) . وبذلك استطاع دندس أن يطبق التحليل البنائي على مجموعة من الحكايات التي كانت تعتبر في الماضي عديمة الملامح ، كما استطاع أن يقدم تصوره للنظرية البنائية من منظور فكري رحب . كذلك قام بعض علماء الفولكلور الشبان الآخرين من جيل دندس بصياغة بعض النماذج البنائية الخاصة في الرسائل العلمية وفي المقالات .

والى جانب هذا الاتجاه قدم عالم الانثروبولوجيا الفرنسي **كلود ليفي ستروس** منهجا آخر من مناهج التحليل البنائي للنصوص الفولكلورية قائما على النظرية اللغوية . وقد اقترح في مقال هام نشره بعنوان « الدراسة البنائية للاسطورة » (٤) اتجاها جديدا تماما في تفسير الاساطير . فقد كانت المدارس القديمة تحاول دائما التوصل الى بعض الاستنتاجات من واقع المقارنة المبسطة بين الاساطير والثقافة التي تعيش فيها . فكانت الاساطير في نظرهم اما تعكس وقائع الثقافة أو تشوهها . ولكن لماذا اذن تتصف الاساطير بكثير من الملامح المتشابهة في أرجاء العالم المختلفة ؟ يعتقد ليفي ستروس أننا يمكن أن نعثر على اجابة على هذا التساؤل في البناء المنطقي الموجود داخل العقل الانساني ، بما في ذلك العقل « البدائي الهمجي » . وقد استشهد ليفي ستروس باسطورة اوديب وبعض اساطير

Morphology of the Folktales (٢)

The Morphology of North American Indian Folktales. (٣)

The Structural Study of Myth, in Journal of American Folklore, LXVIII (٤)
(1955), 428-444.

ويحمل هذا الكتاب عنوانا له اسم أحد المقالات الثلاث التي تمثل كل محتوياته ، وأعنى هنا المقال الأول : « سفر التكوين كأسطورة » .

وقد سبق للمؤلف أن نشر هذه المقالات في أماكن متفرقة ، فنشر المقال الأول « سفر التكوين كأسطورة » لأول مرة في مجلة « ديسكفوري » Discovery (التي اندمجت الآن في ساينس جورنال) Science Journal المجلد الثالث والعشرين ، مايو ١٩٦٢ . أما المقال الثاني المعنون « حقيقة سليمان » فقد نشر لأول مرة في « المجلة الأوروبية لعلم الاجتماع » ، المجلد السابع ، عام ١٩٦٦ ، من صفحة ٥٨ الى صفحة ١٠١ . ونشر المقال الثالث وعنوانه « الولاية العذرية » في أعمال المعهد الأنثروبولوجي الملكي لبريطانيا العظمى وأيرلنده « عام ١٩٦٦ .

ويقع الكتاب في نحو مائة وعشرين صفحة من القطع الصغير ، يشغل المقال الأول فيه المساحة من صفحة ٧ الى صفحة ٢٣ ، والمقال الثاني من ص ٢٥ الى ٨٣ والثالث من ص ٨٥ - ١١٢ . أما بقية صفحات الكتاب فقد خصصها المؤلف للحواشي والمراجع ، وبعض القراءات المقترحة .

على أننا لا نرى في المقال الأول ما يميزه عن سائر المقالات بحيث يستحوذ على عنوان الكتاب ، اللهم أنه أقدمها جميعا وأسبقها الى النشر . أما فيما عدا هذا فواضح أن عنوان هذا المقال هو أكثرها جميعا طرافة وجذبا للقارئ ، ولا بد أن يكون وقع الاسم على أذن القارئ قد لعب دورا - على الأقل لدى الناشر - في تفضيله اسما للكتاب كله .

أما المقال الرئيسي في الواقع بين هذه المقالات الثلاث فهو المقال الثاني . لأنه من الناحية الشكلية البحتة يشغل أكثر من مساحة المقالين الآخرين مجتمعين ، وهو من الناحية الموضوعية

بريطانيا عام ١٩١٠ ، ودرس الرياضيات والعلوم الميكانيكية في جامعة كيمبردج ، وحصل على درجة الليسانس في الآداب من تلك الجامعة عام ١٩٣٢ . والتحق بخدمة الحكومة بعد تخرجه من الجامعة ، حيث اشتغل عدة سنوات في الصين ، عاد بعدها الى إنجلترا ، حيث شرع في دراسة الأنثروبولوجيا الاجتماعية على كل من **مالينوفسكي** و **ريهوند فيرث** . واستعد في إطار دراسته هذه للقيام برحلة علمية الى كردستان في عام ١٩٣٨ ولكنها أخفقت بسبب الظروف الدولية آنذاك التي سبقت اندلاع الحرب العالمية الثانية . وقد كانت نفس تلك الظروف سببا في فشل ترتيباته للقيام برحلة علمية جديدة طويلة الى بورما في عام ١٩٣٩ . ثم قدر له أن يجوب معظم الأجزاء الشمالية من بورما في الفترة من خريف ١٩٣٩ حتى صيف ١٩٤٥ بوصفه ضابطا في جيش بورما . وبعد أن وضعت الحرب العالمية أوزارها عاد الى بريطانيا حيث حصل على درجة الدكتوراه في عام ١٩٤٧/١٩٤٨ . وقام في أعقاب ذلك بإجراء مسح في ساراواك (٥) . ثم عين عضواً بهيئة التدريس بمدرسة الاقتصاد والعلوم السياسية التابعة لجامعة لندن . وتخلي عن وظيفة أستاذ مساعد بهذه المدرسة في عام ١٩٥٣ ، لكي يعود مدرسا بجامعة كيمبردج ، وهي الوظيفة التي شغلها من تلك السنة وحتى عام ١٩٥٨ ، حيث رقى بعدها الى وظيفة أستاذ مساعد بتلك الجامعة . وفي عام ١٩٦٦ خلف **اللورد آنان** Annan كعميد لكلية كينج « بجامعة كيمبردج » حتى كانت محاضرات **ريث** Reith Lectures التي القاها عام ١٩٦٧ مناسبة سلطت عليه الأضواء ولفتت اليه أنظار الجميع . ولكنه ظل مع ذلك على حرصه على متابعة بحوثه ونشاطه العلمي كواحد من أبرز علماء الأنثروبولوجيا الاجتماعية في بلاده .

(٥) ساراواك Sarawak : إحدى أجزاء دولة ماليزيا ، تقع على الساحل الشمالي الغربي لجزيرة بورنيو ، يناهز عدد سكانها ثلاثة أرباع المليون (من الملايين والصينيين أساسا) وعاصمتها كوتشينج .

ويوجد هذا النمط العام في بناء كل أسطورة أو نسق أسطوري معين . اذ تبدأ الأسطورة بتميز أولا بين الآلهة والبشر ، ثم تهتم بعد ذلك بالعلاقات والصلات التي تربط بين البشر والآلهة . ويشير المؤلف الى أن هذه الجوانب موجودة ضمنا في التعريف المبدئي الذى قدمه .

كذلك الشأن بالنسبة للعلاقات بين الجنسين (الذكور والاناث) . فلدى كل مجتمع بشرى قواعد معروفة فيما يتعلق بالزنا بالمحارم والزواج من الخارج . وعلى الرغم من أن تلك القواعد تختلف من مجتمع بشرى لمجتمع آخر فانها تعنى دائما - فى أى زمان أو مكان - أن جميع الاناث تنقسم بالنسبة لأى ذكر الى فئتين اثنتين على الأقل : نساء **منا** تكون العلاقات الجنسية معهن عبارة عن زنا ، ونساء **لسن منا** ، يباح الانصال الجسدى بهن ، ولكننا سرعان ما ندخل فى تناقض مرة أخرى . اذ كيف كان الوضع فى بداية الخليقة ؟ فادا كان آباؤنا الأوائل أشخاصا ينتمون الى نوعين مختلفين ، فماذا كان ذلك النوع الآخر ؟ ولكن اذا كانوا جميعا من نوعنا نحن ، فلا بد أن العلاقات بينهم كانت عبارة عن زنا بالمحارم ، ومن ثم فنحن كلنا أبناء خطيئة . وتقدم أساطير شعوب العالم حلاولا مختلفة ومتعددة لهذه المعضلة الفكرية الطفولية . ولكن الاهتمام الذى تحظى به يدل على أنها تنطوى فى حقيقة الأمر على أعمق المشكلات الخلقية التى تهتم الانسان . ولكن المعضلة تظل هى هى كما كانت من قبل . فاذا كان منطق تفكيرنا يقودنا الى تمييز « **النحن** » عن « **الآخرين** » ، فكيف يمكننا أن نعبر الهوية ونخلق علاقات اجتماعية وجنسية مع « هؤلاء الآخرين » دون أن نضحى بمفاهيمنا أو نخلف معناها ؟

وهكذا نجد أن هذا الجانب من جوانب الأسطورة يظل ماثلا وملحا رغم اختلاف الديانات وتعدد المذاهب . اذ لازلنا نجد فى كل نسق أسطوري سلسلة ثابتة من المقابلات الثنائية ، كالمقابلة بين ما هو بشرى وما هو فوق بشرى ، وبين الفانى والباقي ، وبين الذكر

أخصبها جميعا . كما انه أكثر دلالة على فكر المؤلف وافصاحا عن موقفه العام ، وذلك من خلال القضايا المنهجية والعامية التى يثيرها فيه . وسنعرض فيما يلى لتلك المقالات بشئ من التفصيل .

أ - قصة خلق الكوان :

يمثل تحليل التركيب التنائى للأسطورة أحد الانجازات الرئيسية التى تدين بها دراسة الاساطير لاسهامات ذلك الفرع الثانى المشار اليه من الاتجاه البنائى . وهو الاتجاه الذى ارتبط باسم **رومان جاكوبسون** ، ثم باسم **كلود ليفى ستروس** .

بوضوح ليتش فى البداية ان التناقضات الثنائية سمة جوهرية من سمات عملية التفكير الانسانى . فالشئ حى أو غير حى ، ولا يستطيع الانسان ان يصوغ تعبيرا يوضح مفهوم الشئ « الحى » الا من خلال الاشارة الى نقيضه وهو الشئ « الميت » . كذلك البشر اما ذكور او غير ذكور . وافراد الجنس الآخر اما يمكن الاتصال بهم جنسيا او لا يمكن . وتلك هى بوجه عام أكثر أنواع المقابلة أهمية فى التجربة الانسانية باجمعها .

وتهم الأديان فى كل مكان بالنوع الاول من المقابلة ، واعنى المقابلة بين الحياة والموت . فالدين يحاول - فى رأى المؤلف - أن ينكر الرابطة الثنائية بين الكلمتين . وهو يفعل ذلك من خلال خلق الفكرة الفيبيية عن « العالم الآخر » ، وهو : ارض الموتى التى توجد فيها الحياة الأبدية . ونلاحظ أن الصفات التى تضافى على ذلك العالم الآخر هى بالضرورة تلك التى لا تنطبق على عالمنا هذا : فالتنقص والقصور فى هذا العالم يقابله الكمال فى العالم الآخر من كل وجه من الوجوه . الا أن هذا الترتيب المنطقى للأفكار تترتب عليه نتيجة غير منسجمة معه فى الواقع ، اذ ينتمى الله الى ذلك العالم الآخر . ومن ثم تصبح « المشكلة » المحورية فى الدين هى محاولة خلق نوع من الصلة بين الانسان والله .

والإثنى ، وبين المشروع وغير المشروع ، وبين الخير والشر الخ يسمها دائما نوع من « الوساطة » بين كل من هذين النوعين المتقابلين .

ونتم تلك « الوساطة » Mediation دائما عن طريق ادخال نوع ثالث « غير سوى » أو « شاذ » في ضوء المفاهيم العقلية العادية . وهكذا نجد الأساطير مليئة بكائنات خرافية عبارة عن وحوش خرافية ، وآلهة متجسدة ، وأمهات عذاري . . . الخ . فهذا النوع الثالث غير قياسى أو شاذ بالقياس الى تلك المفاهيم النمطية ، وهو كذلك من طبيعة مختلفة ، وهو أخيرا نىء مقدس . وهو دائما البؤرة التى تدور حولها كل المحرمات Taboo وكل الأوامر والنواهي الشعائرية .

اليوم الأول : تمييز السماء عن الأرض ، والنور عن الظلام ، والنهار عن الليل ، والمساء عن الصباح .

اليوم الثانى : الماء (الخصب) فى السماء (أى المطر) ، والماء العقيم فى الأرض (أى مياه البحر) ، تتوسط بينهما السماء .

اليوم الثالث : البحر فى مقابل اليابسة . تتوسط بينهما « الحشائش الخضراء ، وبدور الأعشاب (نباتات الحبوب : القمح والشعير والذرة والأرز) ، وأشجار الفاكهة » . وهذه النباتات جميعا تنمو على الأرض اليابسة ولكنها تحتاج لنموها الى الماء . وهى تصنف كأشياء « تحمل بذورها فى داخلها » ، ومن ثم تختلف عن الأشياء الأخرى التى تتولد عن امتزاج جنسين كالحيوانات والطيور . الخ . وبذلك اكتمل خلق العالم ككيان ثابت (أى ميت) ، وتقابل مرحلة الخلق هذه خلق الأشياء المتحركة (أى الحية) .

اليوم الرابع : وضع كل من الشمس والقمر المتحركين فى السماء الثابتة الساكنة . وأصبح كل من النور والظلام بمثابة بديلين (كما أن الحياة والموت أصبحا بديلين) .

اليوم الخامس : خلق السمك والطيور كأشياء حية تقابل تعارض البحر واليابسة السابق الإشارة اليه ، ولكنها يمثلان فى نفس الوقت عوامل وسيطة بين السماء والأرض من ناحية وبين الماء المالح والماء العذب من ناحية أخرى .

اليوم السادس : خلق الماشية (الحيوانات

ويشير ليش الى تطبيقات هذه الافكار فى دراسة اساطير شعوب معينة مما أنجزه الباحثون البنائيون . ويشير على وجه الخصوص الى أساطير شعب البويبلو Pueblo الهندى الأحمر التى نركز على المقابلة بين الحياة والموت . فنجد فى هذه الأساطير تقسيما للعالم الى ثلاثة أنواع : الزراع (وتعنى الحياة) ، والحرب (وتعنى الموت) ، والصيد (وهو نوع وسيط بين النوعين حيث أنه يعنى حياة للبشر ، ولكنه يعنى موتا للحيوانات التى يجرى صيدها) . ويشير الى أساطير أخرى من نفس المجموعة تحدد تقسيما ثلاثيا مختلفا عن هذا : الحيوانات آكلة الحشائش (أى تلك التى تعيش بدون قتل) ، والضواري (التى تعيش من خلال قتل حيوانات أخرى) ، والمخلوقات آكلة الجيفة (وهى نوع وسيط بين النوعين طالما أنها تأكل اللحم ، ولكنها لا تقتل لكى تأكل) . ويقرر المؤلف أنه يهدف من وراء حشد كل هذه الرموز الى أن يوضح أن الحياة والموت ليسا بالتحديد وجهي عملة واحدة ، فليس الموت هو بالضرورة المرحلة التى تعقب الحياة . (صفحات ٩ - ١٢ من الكتاب) .

بعد أن فرغ المؤلف من مناقشة تلك القضية

التكرار ، والقلب (أو العكس) والتنويعات يمكن أن تدعم « رسالة » واحدة متسقة . ويقول عن ذلك : « اننى لا اعنى أن ذلك هو النمط البنائى الوحيد الذى تنطوى عليه تلك الأساطير » . (ص ٢٢ من الكتاب) .

ويستطرد المؤلف قائلا : « على أن طرفة التحليل الذى قدمته لا يكمن فى الحقائق وانما فى عملية التحليل نفسها . فبدلا من النظر الى كل أسطورة كنىء فائم بنفسه له « معناه » الخاص به ، يفترض - منذ البداية - أن كل أسطورة تمثل جزءا من كيان مركب وان أى نمط يظهر فى أسطورة معينه سوف يتكرر ، سواء بنفس الصورة أو فى صورة تنويعه عليه ، فى أجزاء أخرى من هذا الكيان المركب . ومن ثم يتضح البناء المشترك بين جميع التنويعات عند مطابقة عدة روايات مختلفه بعضها » .



ب - حقيقه سليمان :

يسعى المؤلف فى هذا الفصل الثانى الى التحقق من حقيقة التناقض فى بيانات العهد القديم عن أصل سليمان . فبدأ أولا بتفجير وجود هذا التناقض ، ثم يحاول أن يقدم تفسيراً لوظيفة هذا التناقض ودلالته . ومن خلال محاولة تفسير هذا التناقض ، يفتننا بأن النظر الى العهد القديم كأسطورة كفىل بأن يفسر هذا التناقض ويجعل له دلالة . ثم ينتقل أخيراً الى التركيز على نقطتين بالذات فى دراسة هذا التناقض .

ففيما يتعلق بالتناقض فى بيانات العهد القديم حول أصل سليمان ، يلاحظ ليتش أن التوراة - من ناحية - تحرم الزواج بين اليهود وغير اليهود ، وخاصة سفر نحىما ، تحريماً قاطعاً . ولكننا نجد - من ناحية أخرى - فى سلسلة نسب سليمان أن داود من أصل نصف موآبى (أى غير اسرائيلى) . فهناك إذن نوع من التناقض فى هذا .

الايقة) ، والضوارى ، (الحيوانات المتوحشة) ، والزواحف . وتقابل هذه الأشياء الثلاثة التقسيم الثلاثى الذى سبقت الإشارة اليه فى اليوم الثالث . الا أن الحشائش هى فقط المخصصة لأطعام الحيوانات . أما كل شيء آخر ، بما فى ذلك لحوم الحيوانات ، فمخصص لاستخدام الانسان . ثم جاء فيما بعد فى سفر اللاويين (الاصحاح الحادى عشر) أن المخلوقات التى لا تندرج تحت هذا التقسيم الصارم للعالم - من هذا مثلاً الأحياء المائية الى لا زعانف لها ، والحيوانات والطيور التى تأكل اللحوم أو الاسماك . . . الخ - هذه المخلوقات تصنف كأشياء « مكروهة » . والزواحف والأشياء الزاحفة تعتبر شاذة بالنظر الى الأنواع الرئيسية : الطيور ، والأسماك ، والماشية ، والضوارى ، ومن ثم تعتبر مكروهة منذ البداية . (انظر سفر اللاويين ، الاصحاح الحادى عشر ، الآيات ٤١ - ٤٢) . ثم يؤدى هذا التصنيف بدوره الى تناقض شاذ . ومن تم كان على مؤلف سفر اللاويين الاصحاح الحادى عشر لكى يمتكن الاسرائيليين من أكل الجراد أن يورد شرطاً خاصاً لتحريم أكل الأشياء الزاحفة فتقول الآية الحادية والعشرون من الاصحاح الحادى عشر (لاويين) : « الا هذا تأكلونه من جميع ديبب الطير الماشى على أربع . ما له كزعانف فوق رجليه يشب بهما على الأرض » . ويعلق ليتش على هذا النص بأن عمليات التمييز الثنائى لا يمكن أن تسير الى مدى أبعد من هذا .

وقد تم خلق الرجل والمرأة فى نفس الوقت .

وقد اوحى الى نظام المخلوقات كله أن يكون « مثمراً ويتكاثر » ، ولكن مشكلات الحياة فى مقابل الموت ، والزنا فى مقابل التكاثر السليم لم تمس هنا على الإطلاق .

والملاحظ على اتجاه ليتش الأساسى فى معالجة هذا الموضوع أنه قد ركز على مسألة القواعد المنظمة للسلوك الجنىسى ، والخروج عليها لكى يوضح كيف أن عدداً متنوعاً من صور

أم أغراب ؟ الواقع أن النص يراوغ في هذه النقطة ولا يقدم اجابة محددة . وان كنا نلاحظ أن نصوص العهد القديم تضع - ضمنا - أبناء المملكة الشمالية في وضع أدنى ، بل وتعاملهم في بعض الاحيان ككفار كلية . (انظر تعبيراً واضحاً عن هذا الموقف في قصة أهاب Ahab ملك اسرائيل) .

ومع ذلك فان البيتين الملكيين يتصاهران دائماً ، ويعامل النص تلك الزيجات كزيجات سرعية مما يعنى - في هذا السياق بالذات - أن الشماليين هم في النهاية اسرايليون وأبناء نفس الدين ! فهل يمكن إذن أن نعتبر المملكة الشمالية كيانا شرعياً ؟ ولكن التسليم بأمر كهذا ينطوي على تناقض مع ضرورة وحدة البيت المالك الاسرائيلى في أبناء يهوذا ، والأصل الواحد لسليمان وللقدس . فوجود مملكتين يمثل اذن نوعاً من التناقض في ذاته .

ويخلص المؤلف من استعراض عشرات التفاصيل - التي لن يتسع المجال لاستعراضها - الى أننا لو وضعنا تفاصيل النص بجوار بعضها لوجدناه متناقضاً أشد التناقض .

ولا نجد أمامنا سوى « تاريخاً » مليئاً بأحداث عشوائية لها بناء « الأسطورة » . وما نريد أن نقوله الأسطورة ليس هو بالتحديد ما يريد محرروها التعبير عنه واعين . وإنما هي تعبر عن أشياء كامنّة وأصيلّة في الثقافة اليهودية التقليدية ككل . (ص ٥٣ من الكتاب) .

وهنا تنضح لنا فائدة هذه النظرة الى نصوص العهد القديم ، فالأسطورة - كما أشار ليفي ستروس من قبل - تحاول أن تضع حلاً لأشياء يستحيل حلها في الواقع ، وأن توفيق بين متناقضات لا يمكن بغير الطريق الأسطوري التوفيق بينها . وهذا التوفيق أو الحل الوسط خاص بوضع اليهود في المجتمع . فهم يرغبون في السيطرة على مجتمع هم فيه اقلية . ومع كونهم اقلية فهم لا يريدون الامتزاج في هذا

وهنا يميز ليتش بين نوعين من التناقض : تناقض بنائى (وهو عبارة عن تضارب في المضمون في أمور جوهرية عظيمة الشأن) وتناقض في المضمون (وهو عبارة عن عدم اتساق في التفاصيل القليلة الشأن الواردة في نسيج القصة) والنوع الثانى من التناقض هو الأكثر انتشاراً . وهو يرجع في الغالبية العظمى من الحالات الى تعليقات وفسيرات محرفة من جانب محررى النص التى يفحونها على النص بهدف القضاء على تناقضات تبدو أخطر وزناً وأعظم شأناً . ونجد أن الانحراف الكامل لمثل هذا التضارب هو الذى يجعل هذه النصوص « التاريخية » مادة صالحة للتحليل البنائى . إذ أنه في ظل مثل هذه الظروف لا يصبح البناء الأساسى للقصة بعد نحت السيطرة الواعية لمحررى النص ، ومن ثم يتميز بطابع خاص مميز . وعند هذا الحد لا تصبح القصة مجرد تنابع في الاحداث ، وإنما تتحول الى دراما حية حقيقية .

وإذا تأملنا الواقع العملى كما ننقله اليها نصوص العهد القديم وجدناه لا يفرق تفريقاً قاطعاً واضحاً وجازماً بين القريب والغريب ، أو بين الاسرائيلى وغير الاسرائيلى . ويقدم ليتش خريطة عامة لتوزيع القبائل في أرض فلسطين يخلص من تحليلها الى أن التمييز بين الاسرائيليين والاغراب ليس تمييزاً محددًا أسود وأبيض ، وإنما توجد بين الاسرائيلى « الحقيقي » والغريب « الكافر » سلسلة طويلة من الظلال ومن القرابة المتدرجة . وهنا يتساءل المؤلف كيف يمكن في ظل مثل هذه الظروف الالتزام بقواعد الزواج من الداخل ؟

ثم يتعقب المؤلف التناقض في صورة اخرى ، إذ يخبرنا « التاريخ » أنه كانت هناك مملكتان اسراييليتان : مملكة اسراييلية في الجنوب (مملكة يهوذا) ومملكة ثانية في الشمال (مملكة اسرائيل) . فكيف يتسنى تقبل هذه الحقيقة والعهد القديم يؤكد أن أبناء اسرائيل يجب أن يكونوا شعباً واحداً وليس شعبين منفصلين ؟ هل أبناء المملكة الشمالية اسرايليون حقيقيون

البحر الخضم ، والا ففقدوا وحدتهم وهويتهم التي هي مصدر قوتهم .

ويستعين المؤلف في توضيح هذا التناقض الأساسي باستعراض بنائي لمخطط العلاقة الزوجية في قصص العهد القديم على النحو التالي :-

١ - تحريم الزنا بالمحارم وارتباطه بقاعدة الزواج من الخارج ، كأساس لتكوين اتحادات زوجية بين جماعات متعارضة داخل مجتمع سياسي واحد .

٢ - قاعدة الزواج من الداخل كأساس للحفاظ على وحدة الجماعة الدينية . ونلاحظ هنا التناقض بين هذه القاعدة ومبدأ تحريم الزنا بالمحارم ، أو بين الزواج من الداخل والتسليم بأن المجتمع يتكون من جماعات متعارضة متعادلة يُولف الزواج بينها .

٣ - يميز محررو العهد القديم طبقاً لهذا بين الشعب الإسرائيلي وبين غير الاسرائيليين . ولكننا نجد هنا - كما نجد في الطبيعة - فئات وسيطة لا هي اسرائيلية تماما ، ولا هي غريبة عليه : كابناء راشيل وبيت يوسف ، وقبيلة بنيامين الخ .

ويحاول المؤلف أن يبين الطريقة التي استطاع بها سليمان أن يكتسب حقه هذا . فيستعرض السبل المختلفة لاكتساب الشرعية أو حق السيادة على شيء معين ، كالشراء والوراثة . ويخلص الى ان الوراثة هي السبيل الوحيد المشروع مشروعية كاملة . وفي ضوء هذه النقطة فان معرفة سلاسل النسب تصبح ذات أهمية فائقة وحاسمة . ولذا يتتبع المؤلف سلسلة نسب سليمان كما جاءت في الانجيل (سفر متى وسفر لوقا) وهي تعد أربعة عشر جيلا بين ابراهيم وسليمان . ولم يرد في هذه القائمة كجدات لسليمان سوى أربع تدور قصصهن حول محور واحد يتركز حول التساؤل عما اذا كان من الممكن لاسرائيلي « نقي » أن ينجب ابناء شرعيين من امرأة غير

اسرائيلية ، او العكس عما اذا كان من الممكن لامرأة اسرائيلية أن تحمل بطفل اسرائيلي بعد معاشرة رجل ليس باسرائيلي نقي . والاجابة على السؤالين بالمعنى المحدود هي النفي بالطبع . الا ان القصص القانونية كذلك المتضمنه في الزواج الليفراتي (أي زواج ارملة المتوفى بشقيق زوجها) أو في المبدأ الفائل بأن « ابن البغي لا أب له » تجعل المسألة أقل تحديدا ووضوحا وأصعب على التحليل القاطع النهائي .

فاذا تساءلنا عن السبب في ادراج مثل هؤلاء النسوة « المشبوهات » في سلسلة نسب الملك سليمان ، لوجدنا ان الاجابة بالقطع تصبح عديمة المعنى خالية من كل دلالة في ضوء الظروف السياسية التي سادت أرض فلسطين بعد ذلك ككيان متميز عن اليهود كجماعة دينية . ولكن اذا أخذنا تلك القصص بمعناها الواسع لوجدناها تتيح القول بأن الملك سليمان ليس فقط سليل بيت يعقوب (اسرائيل) ، وانما هو بنفس القدر سليل بيت « عيساو » Esau و « ادوميت » Edomite ، بل « وهيت » الكنعاني . معنى هذا أنه الوريث الشرعي لملك كل تلك الاراضي والممالك .

واذا كان هذا التفسير يمثل نوعا من المراوغة والتناقض ، فان هذا بالتحديد هو ذلك النوع من المراوغات والتحايلات التي ينطوي عليها « التاريخ الاسطوري » ، وذلك ان صحت تفسيرات ليفي ستروس للاسطورة بوجه عام . كما ان تلك القصص توضح نقطة اخرى أكثر عمومية ، « وهي أن الاثم في الأساطير سمة ذات معنى مزدوج أشد الأزواج تقترب بها من التقوى والورع . فقايل - الذي ذبح أخاه هاييل - قد أصبح لذلك شخصا مقدسا يتمتع بحماية الله وعنايته . كذلك البغاء في الكتاب المقدس ، فمع كونه « خطا » وانما ، الا أنه يمثل سبيلا يسيرا الى القداسة والورع من خلال التوبة والندم . فقد كانت

المحدثون ، اليهود والمسيحيون على السواء ، يفترضون سلفا بوجه عام أن هذه التفاصيل لم تعد ذات شأن وأنها فقدت كل أهمية ودلالة . هذا بينما كان كتاب القرن التاسع عشر ، باحترامهم الزائد لدقة « الحقيقة الانجيلية » التي لا فساد فيها ، يرون أنه من الضروري تفسير سلاسل النسب هذه عن طريق افتراض وجود ذاكرة شعبية تعنى الحركات القبلية القديمة . اما بالنسبة لعالم الانثروبولوجيا فان تفاصيل النسب تنطوى على أهمية فائقة . فهو يسلم بأن تفاصيل علاقات القرابة وروابط المصاهرة « لا تذكر » الا كتبرير لتأكيد حقوق معينة . .

والحالات التي قمت بتحليلها تقدم دليلا أكيدا على صحة هذا الافتراض ، وقد أوضحت في ثنايا استعراضى لتلك الحالات أن العمليات الفكرية عند مؤلفى وجامعى الكتاب المقدس تختلف عن عملياتنا الفكرية على نحو خاص ، وتدو لى تلك النقطة ذات دلالات كبرى لفهم التاريخ القديم .

ثالثا : ان هذا النوع من التحليل يستند الى فرض أولى مؤداه أن النص في مجموعه يجب أن يعالج كوحدة وكيان كلى مترابط . ويتعارض هذا الموقف تعارضا حادا مع منهج الدارسين التقليديين التزمتمين . فاذا صادف هؤلاء الدارسون تكرارا صريحا ، أو عدم اتساق . . الخ فانهم يعتبرونه دليلا على فساد النص . وهنا يرى ان مهمته تتمثل في استخلاص الحقيقة من الزيف ، وفي تمييز الرواية القديمة عن رواية أخرى قديمة وهكذا . فالنص في نظر الدارس التقليدى ليس وحدة وكيانا كليا وانما خليط من الوثائق التي يمكن فصل بعضها عن بعض . ولم أسع في معالجتى اطلاقا الى تحدى هذه القضية . . . ولكنى حاولت أن أدرس النص كوحدة . . ولو تناولنا النص كوحدة مترابطة فسوف يختفى التمييز العادى بين الاسطورة والتاريخ . فالشرائح التاريخيه في العهد القديم تكون تاريخا أسطوريا متكاملما كان بمثابة تبرير لحالة المجتمع اليهودى

تامار ، وراهاب ، وروث جميعا بفايا على نحو ما ، ولكنهن مثل مريم المجدلية قديسات . كذلك فالعكس يمكن أن يكون صحيحا أيضا . فالحماس الزائد في أداء الواجبات الشعائرية يمكن أن يتحول الى النقيض في بعض الاحيان ، ويجعل من مؤدى تلك الشعائر آثما ومخطئا . ولعلنا لو تأملنا شرور ساول عن كسب لوجدناها شديدة الشبه - بشكل غريب - بفضائل داود . (بصفتى ٦٤ - ٦٥ من الكتاب) .

وبعد ان يفرغ المؤلف من مناقشة الدلالة البنائية لسلسلة نسب سليمان ينتقل الى استعراض النظام البنائى الكامن في التسلسل الزمنى لاحداث قصة سليمان كما وردت في الكتاب المقدس . وهو ينتهج في هذا العرض اسلوب الكشف عن البناء الثنائى للقصة ، وما بين هذين العنصرين النقيضين من عنصر ثالث وسيط . « ففى الاصحاح التاسع والعشرين من سفر صمويل الاول نجد المقابلة بين « ساول » (من بيت بنيامين) وداود (من بيت يهوذا) ومن ثم المقابلة بين الاسرائيلى والاجنبى . ثم نجد داود (أى بيت يهوذا) يتحالف مع الاجانب » وهكذا . (قارن صفحة ٧٠ وما بعدها) . ولن يتسع المقام بالطبع لاستعراض بقية نتائج هذا التحليل .

وفي نهاية هذا الفصل يقدم المؤلف تلخيصا بارعا لنتائج دراسته المستفيضة عن حقيقة سليمان ، ويعدد تلك النتائج على النحو التالى:

« أولا : يوضح التحليل ان التتابع التاريخى - في هذه الحالة - له في ذاته دلالة بنائية . وهو أمر يميز تلك الحالة بالذات عن سائر المواد التي تعرضنا لها بالدراسة في هذا المقال .

ثانيا : ان التحليل قد استفاد استفادة كبرى من التفاصيل المتعلقة بتسلسل النسب وبالاسماء الجغرافية التي وردت في النص بكثرة . والواقع ان اتجاهات التفسير تتباين حول دلالة هذه الامور . فعلماء اللاهوت

لعل القيمة الحقيقية للكتاب الذي بين أيدينا لاتتمثل فيما قدمه من دراسات لمشكلات محددة مشخصة (على أهميتها الكبرى وطرافتها كما أوضحنا) بقدر ما تتمثل فيما إثارة من قضايا ذات طبيعة منهجية أو ذات طبيعة عامة . فقد أكد بوضوح البناء التثنائي للاسطورة . وناقش بافاضة منهجه في التحليل البنائي وما يرتبط به من مشكلات تعدد النصوص ، وصيغه المعتمدة وهى مشكلة ذات وزن خطير لكل من يتصدى لدراسة الادب الشعبى بأنواعه جميعا . وتعرض كذلك للفرق الجوهرى والهام بين أسلوب المقارنة على أساس المضمون ، والمقارنة على أساس البناء ، ودلالة ذلك بالنسبة للتحليل البنائي الذى يقدمه أو قيمة هذا التمييز أنه يغير نظرة الباحث تفييرا أساسيا الى تفاصيل الاسطورة أو الاساطير موضوع الدراسة ، والى تباين تلك التفاصيل من رواية لأخرى .

وعلاوة على تلك المشكلات الهامة أثار المؤلف بعض مشكلات تطبيق المنهج البنائي عند ليفى ستروس ، وعلاقة ذلك بتحليلاته التى يقدمها ، ونوع المادة التى اختارها لهذا التحليل ، كذلك تعرض لمشكلة تنوع وتكرر روايات الاسطورة الواحدة ، حاول أن يقدم جهدا أصيلا في تحديد فوائد منهج التحليل البنائي وقيمتها العلمية التى تبرر ما يبذل فيه من جهود .

وختاما فنحن بصدد دراسة عظيمة تستمد عظمتها من دقة تحليلاتها وأجادتها دراسة موضوعها المحدد الذى اختارته ، ومن تفوقها المنهجي . وقد حاولنا في عرضنا أن ننصف المؤلف بأن تناولنا في عرضنا الاسهامات المنهجية العامة التى قدمها بنفس القدر من العناية الذى تناولنا به دراسته لموضوعه المحدد ، فقد أسدى آدموند ليتش بكتابه هذا خدمة جليلة للاتجاه البنائي ، وللدراسات الانثروبولوجية بعامة ، ولدراسة أساطير الكتاب المقدس في ضوء جديد . ونرجو أن يكون هذا العرض دعوة للقارئ العربى ليزداد اهتماما بهذا النهج الجديد في الدراسة ليكون أكثر قدرة على ملاحقة تقدم العلم الانسانى في العالم .

في وقت معين عندما وصل ذلك الجزء من نص الكتاب المقدس الى مستوى من الاستقرار التقريبى كشرعية دينية « . (صفحات ٧٩ وما بعدها) .



ج - الولادة العذرية :

يبدأ ليتش مقاله الثالث المعنون « الولادة العذرية » *Virgin Birth* بتوضيح المناسبة التى دفعته الى بحث هذا الموضوع . وهى خلاف علمى بينه وبين البروفسور سبيرو Spiro حول تفسير البيانات الاثنوجرافية التى تدعى ان بعض القبائل البدائية (خاصة بعض قبائل سكان استراليا الأصليين) يجهلون طبيعة الأبوة الفسيولوجية . ومن ثم لا يرون ثمة علاقة بين المعاشرة الزوجية وحمل الام . وانما يقدمون لذلك تفسيرات مختلفة . ولكن ليتش يرى ان تلك البيانات لاتعنى أنهم يجهلون العلاقة بين المعاشرة والحمل . « فالتفسير الحديث للشعائر التى وردت عنهم يعنى ان فى هذا المجتمع العلاقة بين ابن المرأة وافراد عشيرة زوجها تنشأ عن الاعتراف العام بروابط الزواج ، وليس عن حقائق المعاشرة . وهو وضع طبيعى للغاية » . (صفحة ٨٧) .

وبرى ليتش ان الباحثين الذين ادلوا برأى في تفسير جهل البدائيين للأبوة الفسيولوجية قد تأثروا في ذلك بالدراسات النظرية التطورية السابقة حول مختلف نظم الحياة .

وأخيرا يتصدى المؤلف فى الجزء الباقى من المقال ، لتحليل الاعتقاد فى الولادة العذرية مستهديا فى ذلك بموقف عام حدده بوضوح ؛ وهو أن الانثروبولوجي يهتم أساسا بالبحث عن أوجه الاختلاف بين حياته (الراقية) وحياة الشعوب الاخرى (البدائية) . ولكن ليتش نفسه يهيمه من هذه المقارنة استخلاص أوجه التقارب والشبه بين حياتنا ومعتقداتنا وحياة ومعتقدات اولئك « البدائيين » .

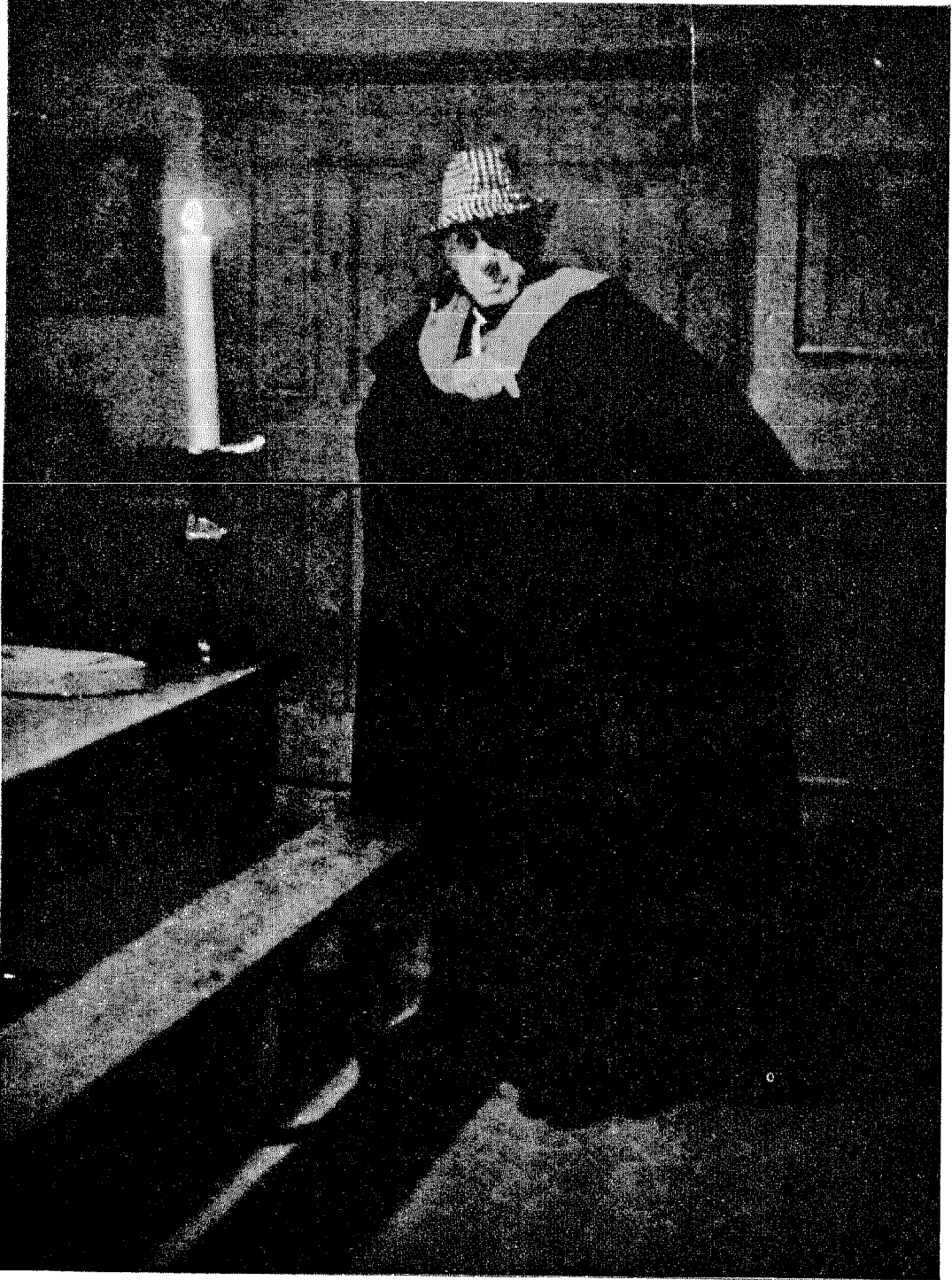


من الكتب الجديدة

كتب وصلت الى ادارة المجلة ، وسوف نعرض لها بالتفصيل في الاعداد القادمة

1. Carter, April ; **The Political of Anarchism**, Routledge & Kegan Paul London 1971.
2. Hance, William A. ; **Population, Migration, and Urbanization in Africa**, Columbia University Press 1970.
3. Karnow, Stanley ; **Mao and China, From Revolution to Revolution**, Macmillan London 1973.
4. Steegmuller, Francis ; **Cocteau, A Biography**, Macmillan 1970.
5. Wiener, R.S.P. ; **Drugs and Schoolchildren**, Longman, London 1972 (3rd Edition)

★ ★ ★



الفنان بيكاسو



← طفلة عاربية القدمين - ١٨٩٥

↑ زوجة الفنان - ١٩١٨



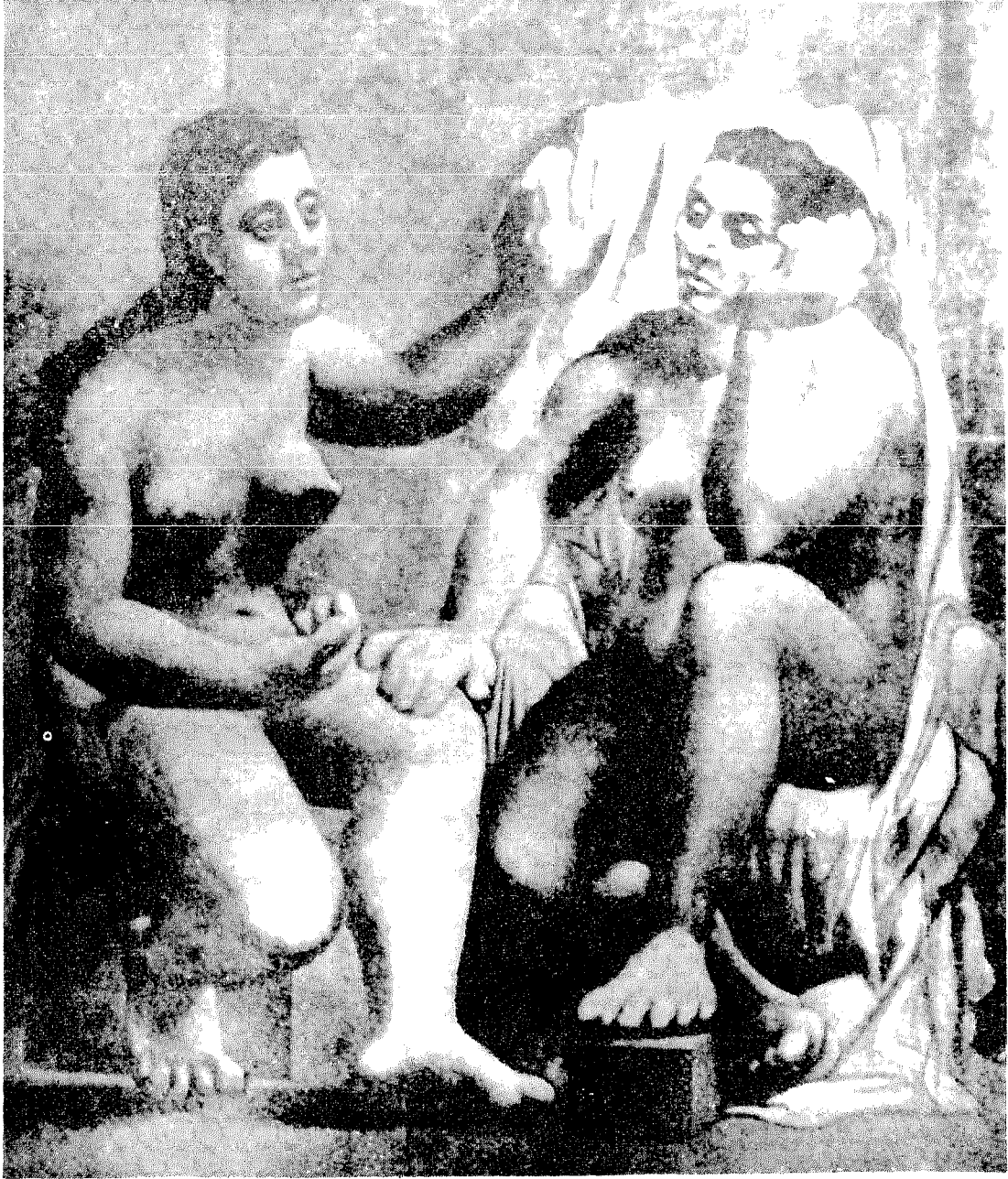


الفقراء على شاطئ البحر - ١٩٠٢

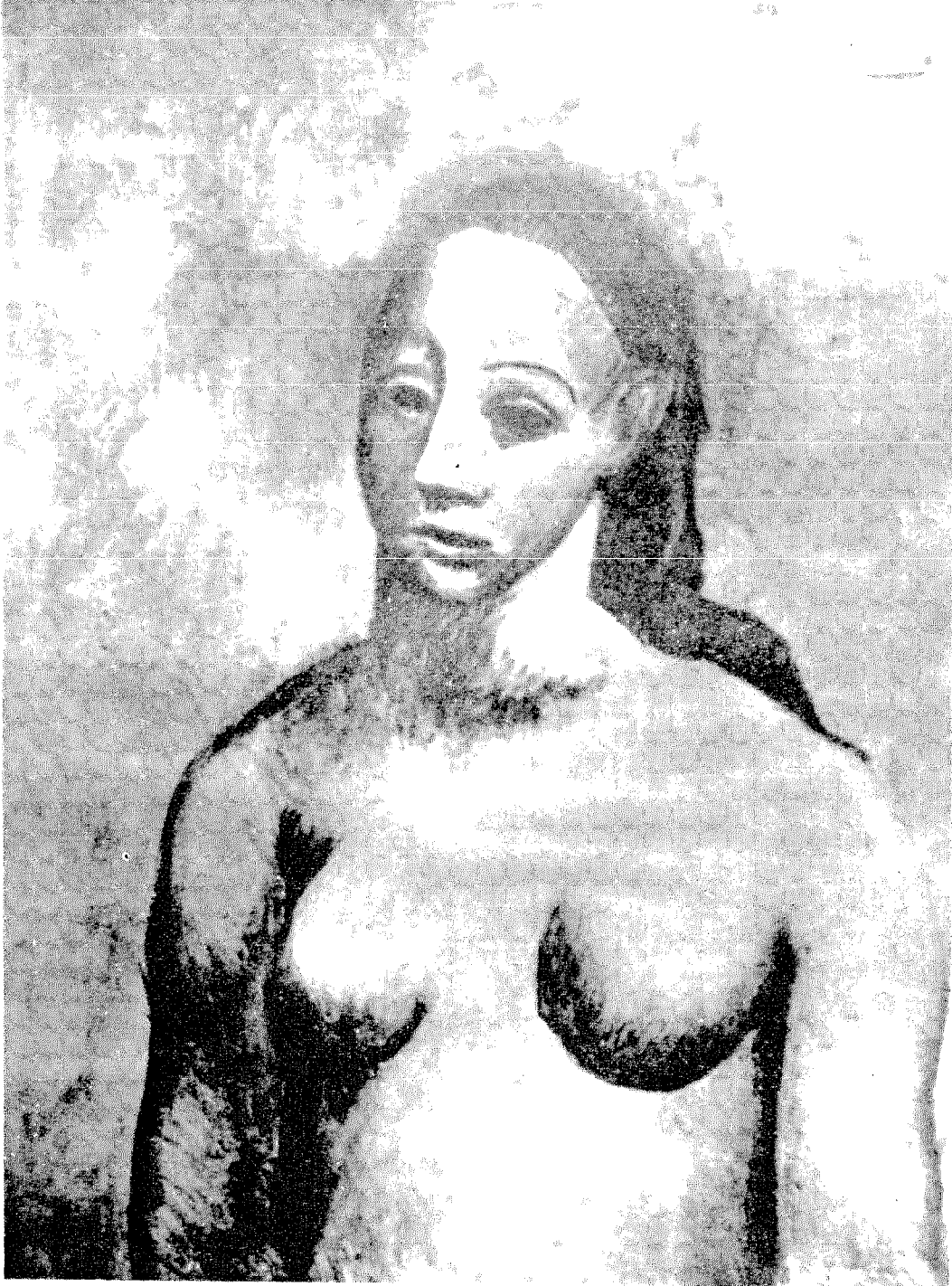
نیکاسو



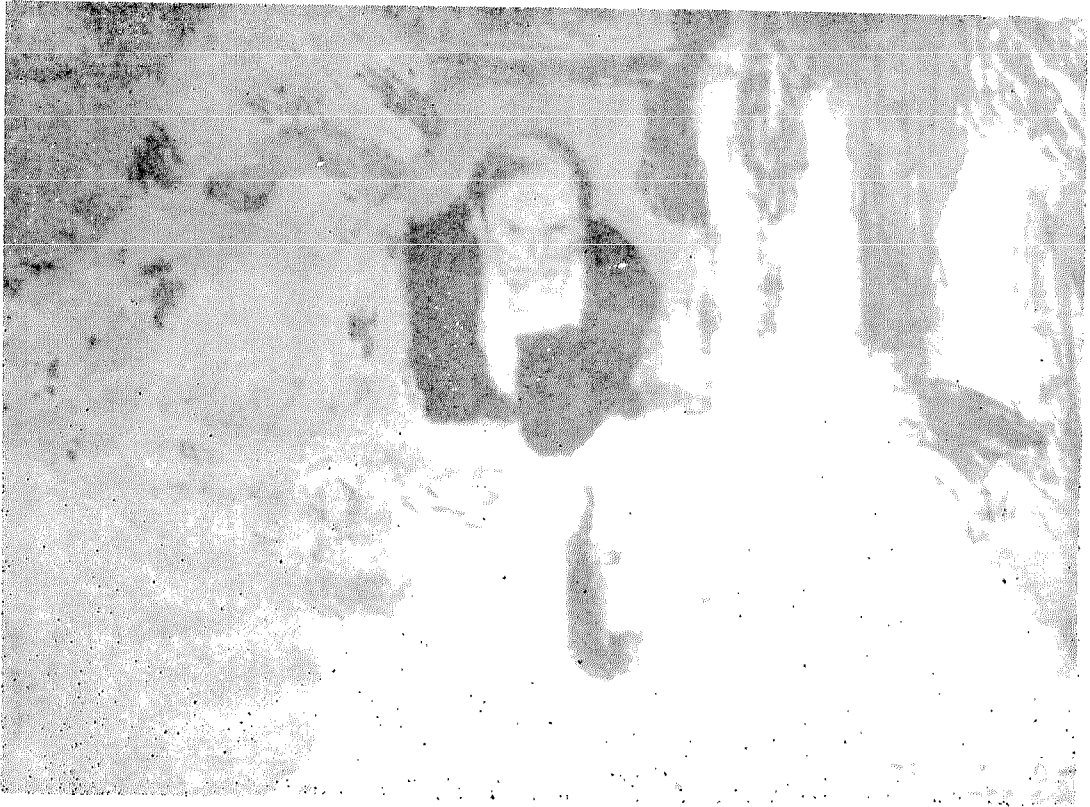
منظومہ - ۱۹۲۱



عاريثان وملاءة - ١٩٢٠



دراسة لامرأة - ١٩٠٦



طعام العشاء - ١٩٠١

بيكاسو



رأس امرأة - ١٩٠٧



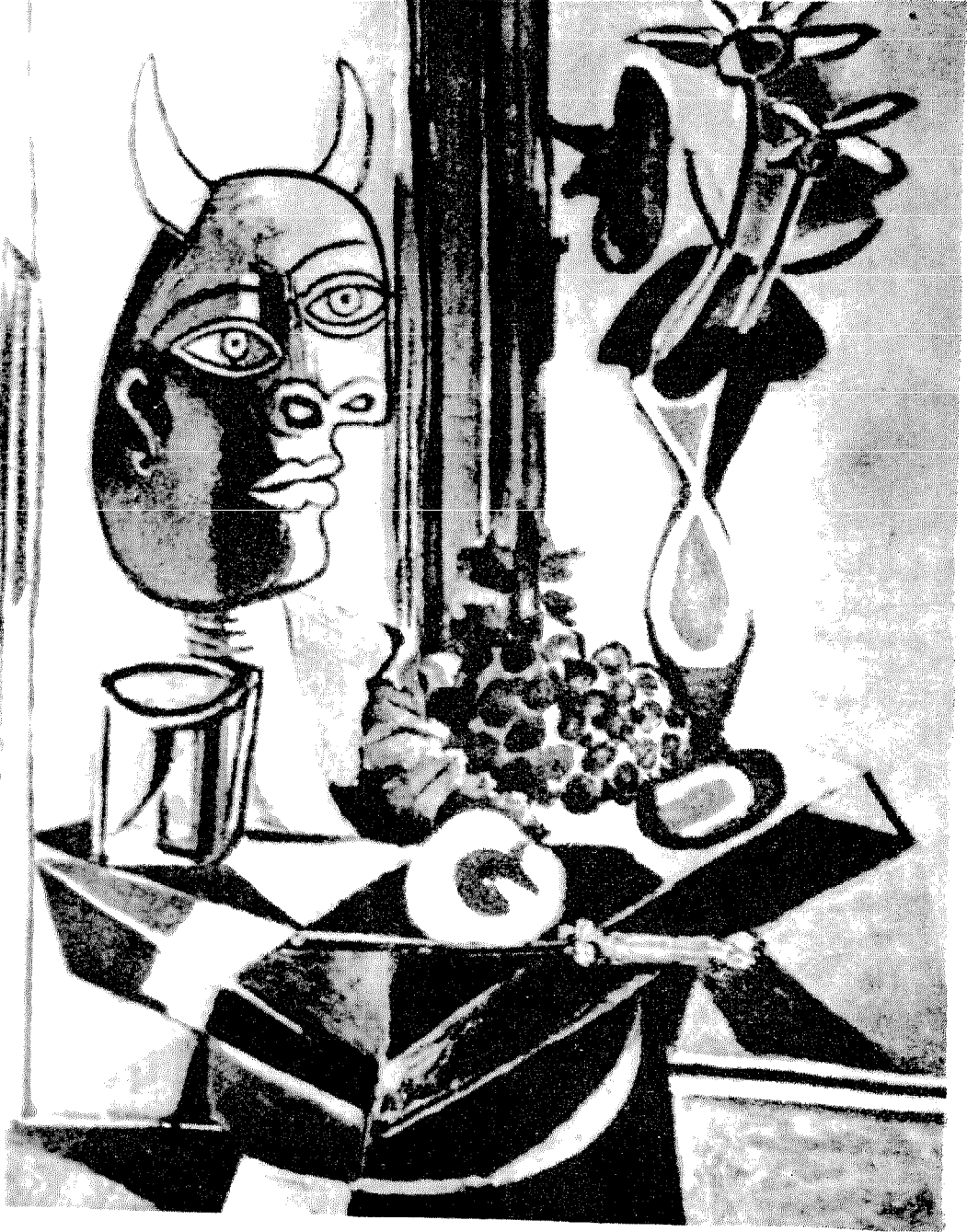
← الشرفة - ١٩١٩

قنينة السوز - ١٩١٣ →



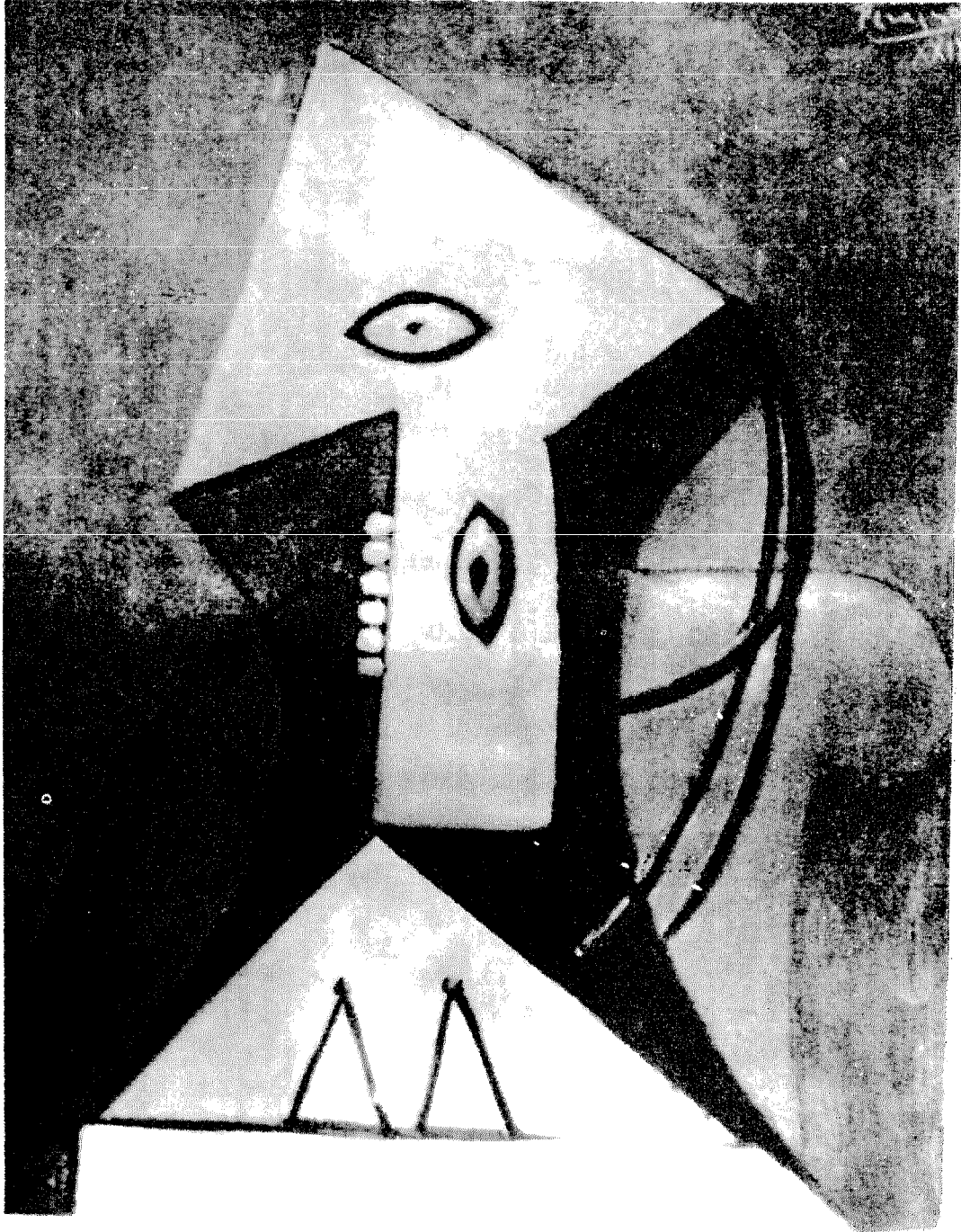


طبيعة صامتة وشال أحمر - ١٩٢٤



طبيعة صائمة مع أعناب - ١٩٣٧

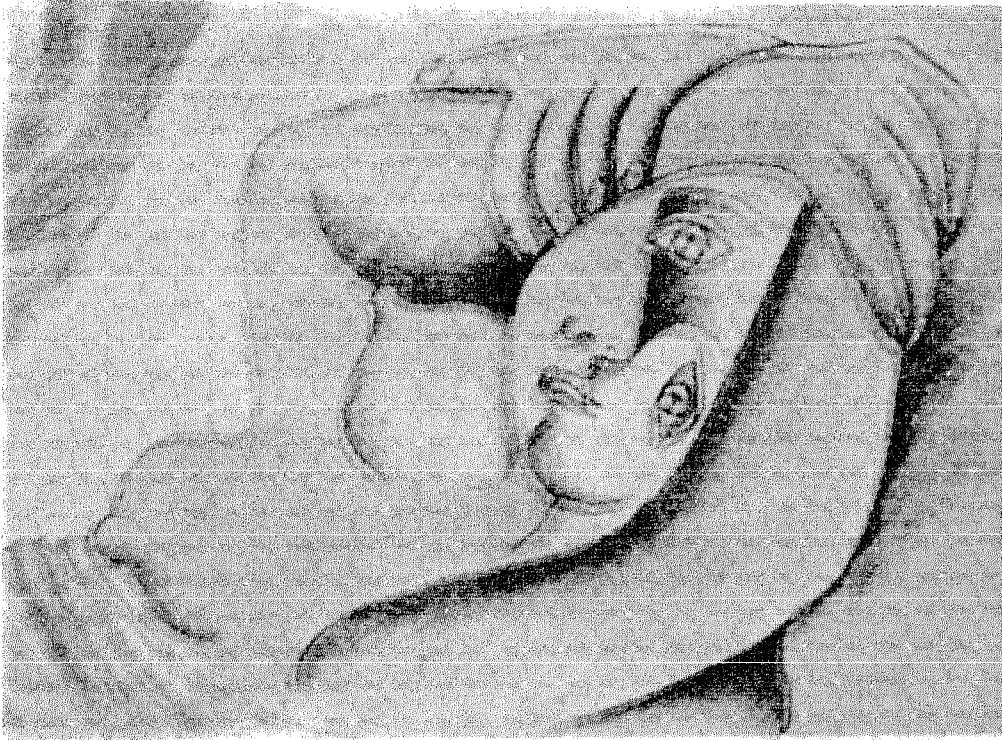




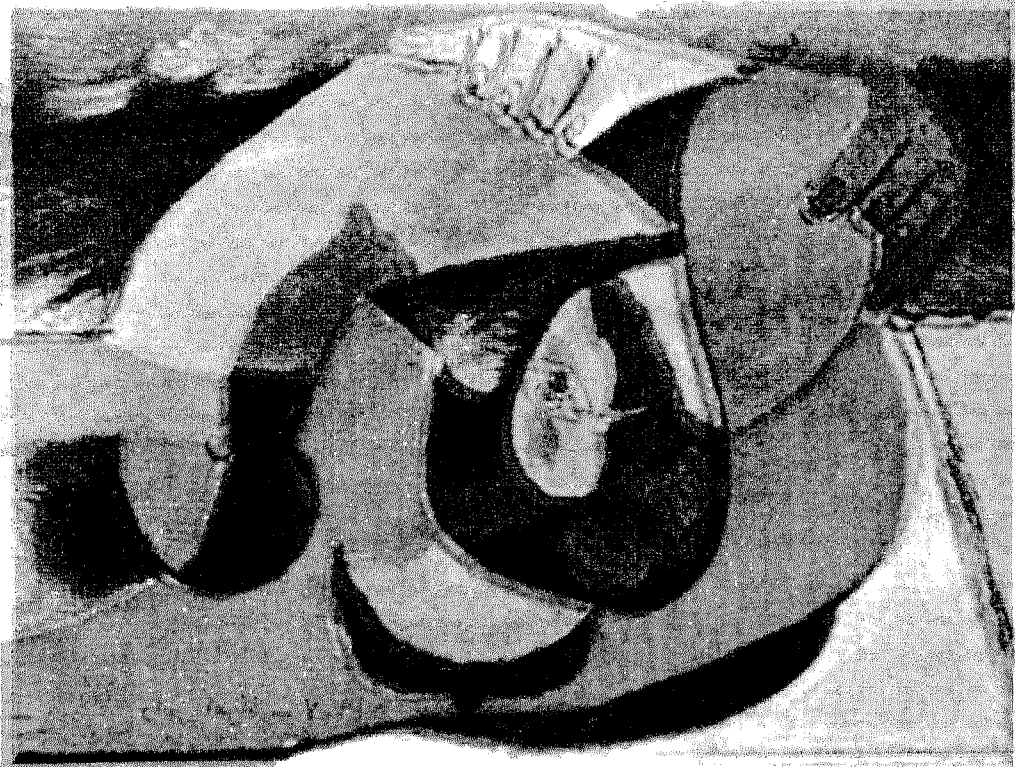
↑ امرأة على مقعد أحمر - 1929

راس امرأة - 1907





مضطجعة - ١٩٢٩



مضطجعة - ١٩٣١

العدد التالي من المجلة

العدد الثالث - المجلد الخامس

اكتوبر - نوفمبر - ديسمبر ١٩٧٤

قسم خاص عن الانسان والجريمة

بالاضافة الى الابواب الثابتة

ليرات	٣	سوريا	ريالات	٥	الخليج العربي
ملياً	٢٥٠	المتاهرة	ريالات	٥	السعودي
ملياً	٢٥٠	السودان	فلس	٤٠٠	البحرين
قرشا	٣٥	ليبيا	فلس	٤٠٠	اليمن الجنوبية
مايك	٤٠٠	مستط	ريال	٤٥	اليمن الشمالية
رايدر	٥	الجزائر	فلس	٣٠٠	العراق
مايم	٥٠٠	تونس	ليمه	٢٥	لبنان
رطهم	٥	المغرب	فلساً	٢٥٠	الأردن

مطبعة حكومه الكويت